



**Universidad César Vallejo**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Utilización de Macroinvertebrados en el Monitoreo de la Calidad  
de los Recursos Hídricos. Revisión Sistemática 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental

**AUTORA:**

Chacón Ramos, Emperatriz ([orcid.org/0000-0001-5272-9715](https://orcid.org/0000-0001-5272-9715))

**ASESOR:**

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel ([orcid.org/0000-0001-7889-7928](https://orcid.org/0000-0001-7889-7928))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Dios porque de él viene la sabiduría y la inteligencia. A mi familia, por su apoyo incondicional y son ellos los que me motivan a que pueda alcanzar mis metas personales y de crecimiento profesional.

## **Agradecimiento**

A mi familia, especialmente a mi esposo por el apoyo incondicional para que logre mis metas personales y profesionales

A mi asesor MSc. Quijano Pacheco Wilber Samuel, por su guía, acompañamiento y consejos durante toda la presente investigación.

## Índice de contenidos

<b>Carátula</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Índice de contenidos</b> .....	iv
<b>Índice de tablas</b> .....	v
<b>Índice de figuras</b> .....	vi
<b>Resumen</b> .....	vii
<b>Abstrac</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II.MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	15
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	16
<b>3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización</b> .....	16
<b>3.3. Escenario de estudio</b> .....	16
<b>3.4. Participantes</b> .....	16
<b>3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	17
<b>3.6. Procedimiento</b> .....	17
<b>3.7. Rigor científico</b> .....	19
<b>3.8. Método de análisis de datos</b> .....	20
<b>3.9. Aspectos éticos</b> .....	20
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	22
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	47
<b>REFERENCIAS</b> .....	49
<b>ANEXOS</b> .....	62

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Síntesis de artículos según la fecha de publicación y país de origen	23
<b>Tabla 2.</b> Macroinvertebrados en el monitoreo de los recursos hídricos. ....	26
<b>Tabla 3.</b> Familias de los macroinvertebrados acuáticos. ....	31
<b>Tabla 4.</b> Índices biológicos en el monitoreo de recursos hídricos. ....	34
<b>Tabla 5.</b> Parámetros fisicoquímicos en el monitoreo de los recursos hídricos.	37
<b>Tabla 6.</b> Promedio del monitoreo de los parámetros de los recursos hídricos.	39

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Diagrama de análisis de artículos seleccionados .....	18
<b>Figura 2:</b> Cantidad de artículos según año de publicación .....	24
<b>Figura 3:</b> Cantidad de artículos a nivel mundial.....	25
<b>Figura 4:</b> Macroinvertebrados acuáticos en el monitoreo de los recursos hídricos.....	30
<b>Figura 5:</b> Hábitat de los macroinvertebrados acuáticos.....	30
<b>Figura 6:</b> Frecuencia de los índices biológicos utilizados.....	35
<b>Figura 7:</b> Cantidad de índices biológicos a nivel mundial.....	36
<b>Figura 8:</b> Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua. ....	40

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo identificar los macroinvertebrados acuáticos en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, la investigación fue de tipo aplicada de diseño narrativo y se analizaron 40 artículos científicos; los resultados respecto a los macroinvertebrados acuáticos fueron los siguientes: el orden Trichoptera y Ephemeroptera 21%, el orden díptera 20%; el orden Coleoptera 12%, el orden Hemiptera y Odonata 6%, el orden Gastropoda 4%, el orden Arthropoda, Insecta, Decapoda 2%; respecto a las familias de los macroinvertebrados fueron los siguientes Baetidae, Efemerélidos, Heptageniidae, Athericidae, Quironómidos, Simuliidae, Tipulidos, Leptophlebiidae Chironomidae, Gripopterygiidae, Nolonemouridae, Perlidae, Diamphipnoidae, Aeshinidae, Calopterygidae, Gomphidae, Dytiscidae, Elmidae, Hydraenidae, Hidropsíquidos, Ecnomidos, Hirudinea, Hydracarinae, Pisauridae, Dytiscidae, Heptageniidae, Haliplidae, Gerridae, Notonectida, Velidae, Platysticidae, Quironómidos, Tipulidos, Oligochaeta, Ampullariidae, Hygrophila, Planorbidae, Rhynchobdellida, etc.; en lo referente a los índices biológicos: el índice Shannon Wiener se utilizó en un 25% , EPT y ASPT 14%, BMWP y BMWP/col 9%, margaleft y Simpson 8%, HBI y IFB e 3%, FBI en 2%; en lo relacionado a los parámetros físico químicos la temperatura fue 21°C; pH=7.21; C.E= 691.03  $\mu$ S; OD=10.03 mg/l, Turbidez= 1.6 NTU; DBO<sub>5</sub>= 5.12; DQO= 20.95; Dureza = 267.83 mg/l; Sodio= 1.43; Potasio= 0.64; Nitratos= 2.70 ; Alcalinidad= 71.84; TDS=27.62.

**Palabras clave:** macroinvertebrados acuáticos, monitoreo, índices biológicos.

## Abstrac

The present study aimed to identify aquatic macroinvertebrates in the monitoring of the quality of water resources, the research was of the applied type of narrative design and 40 scientific articles were analyzed; the results regarding aquatic macroinvertebrates were as follows: the order Trichoptera and Ephemeroptera 21%, the order Diptera 20%; the order Coleoptera 12%, the order Hemiptera and Odonata 6%, the order Gastropoda 4%, the order Arthropoda, Insecta, Decapoda 2%; The families of macroinvertebrates were Baetidae, Ephemerellidae, Heptageniidae, Athericidae, Chironomidae, Simuliidae, Tipulidae, Leptophlebiidae, Chironomidae, Gripopterygiidae, Nolonemouridae, Perlidae, Diamphipnoidae, Aeshinidae, Calopterygidae, Gomphidae, Dytiscidae, Elmidae, Hydraenidae, Hydropsychidae, Ecnomidae, Hirudinea, Hydracarinae, Pisauridae, Dytiscidae, Heptageniidae, Haliplidae, Gerridae, Notonectidae, Velidae, Platysticidae, Chironomidae, Tipulidae, Oligochaeta, Ampullariidae, Hygrophila, Planorbidae, Rhynchobdellida, etc. As for the biological indexes: the Shannon Wiener index was used in 25%, EPT and ASPT 14%, BMWP and BMWP/col 9%, margalef and Simpson 8%, HBI and IFB e 3%, FBI in 2%; in relation to the physical-chemical parameters the temperature was 21°C; pH=7.21; C.E= 691.03  $\mu$ S; OD=10.03 mg/l, Turbidity= 1.6 NTU; DBO5= 5.12; DQO= 20.95; Hardness= 267.83 mg/l; Sodium= 1.43; Potassium= 0.64; Nitrates= 2.70; Alkalinity= 71.84; TDS=27.62.

**Keywords:** Aquatic macroinvertebrates, monitoring, biological indices.



## I. INTRODUCCIÓN

La gestión, aprovechamiento y uso sostenible de las masas de agua es de gran importancia para la vida de cualquier sociedad y uno de los retos a afrontar por las generaciones futuras. La preservación y protección de la buena calidad del agua, tanto sanitaria como ambiental, es primordial, ya que de ella depende en gran medida la conservación de la biodiversidad (Arimoroa, et al. 2021).

A nivel mundial, el impacto humano está cambiando la disponibilidad de agua dulce (Rodell et al. 2018). Entre los ecosistemas de agua dulce, los arroyos y ríos son los más influenciados o amenazados por una variedad de tensiones antropogénicas (Best y Darby, 2020). En las regiones tropicales, particularmente en los países subsaharianos, los ríos están bajo presión debido a las actividades humanas que deterioran la calidad del agua, lo que limita la disponibilidad de agua para beber y otros usos (Kaboré et al. 2018, p.2), por otro lado, la contaminación de los ríos se encuentra relacionado con las perturbaciones humanas a través de las actividades antropogénicas y la urbanización. Muchos países africanos están preocupados por el estado ecológico de sus ríos y están aumentando sus inversiones en la restauración de ríos degradados (Edegbene et al. 2021, p.1).

En la mayoría de los países en desarrollo, el problema general del gobierno es monitorear los ecosistemas acuáticos, realizar un monitoreo inadecuado en el agua conduce a problemas ambientales y de sostenibilidad complejos y emergentes que actualmente afectan a la sociedad (Wet y Odume, 2019).

Por lo tanto, la biodiversidad de macroinvertebrados se usa como herramienta eficaz en la planificación y apoyo a los procesos de gestión hacia la sostenibilidad de los recursos hídricos. Los macroinvertebrados pueden proporcionar una imagen integrada de los cambios ambientales, por ende, la calidad de los recursos hídricos se puede evaluar en función de los cambios medidos en la estructura ecológica de los macroinvertebrados (Aazami et al. 2020, p.2).

En el aspecto nacional, los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de aguas, han alcanzado mucha importancia en la actualidad, por lo tanto, se han establecido centros de monitoreo y evaluación de la calidad del agua cuya entidad responsable es la Autoridad Nacional del Agua (Balmaceda,

2019, p.2), es así que en el río Rímac se encontró que estaba seriamente afectado por diversas actividades antrópicas mediante (Pascual et al. 2019).

De igual manera en la laguna Imiria ubicada en la región Ucayali se usaron macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, se encontró que los parámetros físicos químicos como pH, temperatura y conductividad cumplen con los parámetros establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) (Racchumi, 2020, p.3).

Por lo tanto, la investigación es de suma importancia ya que existe mucha información, pero es necesario sistematizar para comprender mejor la importancia de la utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

Tendiendo como **Problema general**: ¿Cuáles son los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos? A su vez, se tiene los **problemas específicos** ¿Cuáles son las familias de los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos?, ¿Cuáles son los índices biológicos que se utilizan en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos utilizando macroinvertebrados?, ¿Cuáles son los parámetros físicos, químicos considerados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos?

Respecto a la justificación, el estudio se justifica de manera **teórica** porque aportará al conocimiento sobre la utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, con la finalidad de actualizar información en base a artículos científicos. Por otro lado, se justifica de manera **práctica** ya que a partir de la información obtenida se podrá plasmar estrategias que ayuden a mejorar la calidad del agua, ya que se obtendrá un conocimiento preciso de cómo los macroinvertebrados sirven para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos. De igual manera, presenta una justificación **metodológica** porque se usan métodos científicos para analizar la información de fuentes confiables en base a los objetivos planteados. Por último, se justifica **ambientalmente** ya con la información descrita se dará a conocer la importancia de la utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

Asimismo, el **Objetivo general:** Identificar los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos. A su vez, se tiene los **objetivos específicos:** Identificar las familias de los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, Identificar los índices biológicos que se utilizan en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos utilizando macroinvertebrados, Identificar los parámetros físicos, químicos considerados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

## **II.MARCO TEÓRICO**

A continuación se presentan los antecedentes que guardan relación con los macroinvertebrados en el monitoreo de los recursos hídricos, estos antecedentes se encuentran comprendidos en el contexto internacional y nacional.

Krisanti et al. (2020, p. 571) el objetivo de este estudio fue comparar la comunidad de macroinvertebrados en tres ríos de la isla de Java, Indonesia. Las comunidades de macroinvertebrados se muestrearon con mala Surber en diez estaciones del río Brantas, seis estaciones del río Opak y cuatro estaciones del río Progo, para el análisis de los monitoreos se aplicó la prueba de ANOVA, los resultados mostraron que existe diferencias significativas en la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto (OD) y la velocidad de la corriente ( $p < 0,05$ ), por otro lado el río Brantas mostró una fauna rica y diversa de macroinvertebrados que comprende 45 géneros de 29 familias y 11 órdenes, mientras que en el río Opak se encontraron 39 géneros de 21 familias y 7 órdenes, finalmente en el río Progo se obtuvieron 55 géneros de 29 familias y 10 órdenes, Se concluyó que, el río Brantas mostró la mayor abundancia de macroinvertebrados. El número de riqueza de taxones entre tres ríos no fue significativamente diferente.

Hassan (2019, p.450) su investigación, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del río Nasarawa. por medio de los macroinvertebrados bentónicos. La población macro bentónica total en las diferentes estaciones reveló que el área de estudio estuvo dominada por Mollusca (41.18%), Oligochaetae (23,53%), coleópteros y dípteros (11,77%), moluscos Ephemeroptera y Odonata (5,89%). (BMWP), la clasificación para el embalse Nasarawa fue moderadamente contaminado. El BMWP más alto se registró con una puntuación de 65,7 en la estación húmeda en comparación con el valor de 58 en la estación seca, por lo tanto, se recomienda que la fuente de los contaminantes debe ser controlada y la corriente debe ser monitoreada regularmente por la autoridad competente.

Ovie (2020, p.20 ) en su investigación tuvo como objetivo determinar la amenaza probable que representa el pasto Typha y algunas variables ambientales seleccionadas sobre la composición y diversidad de macroinvertebrados bénticos de la presa de Kalgwai, estado de Jigawa, Nigeria. Se seleccionaron tres (3) sitios distintos para el estudio. Las muestras de agua y macroinvertebrados se recolectaron una vez al mes en cada expedición de

muestreo durante un período de cuatro (4) meses entre enero y abril de 2018, utilizando técnicas estándar. Durante el período de estudio se registraron un total de 260 especímenes de macroinvertebrados bentónicos que comprenden 20 taxones pertenecientes a 9 órdenes y 20 familias. En el sitio 2 se encontró que alberga más macroinvertebrados que otros sitios, por lo cual Gastropoda fue el taxón más representativo en el área de estudio, en tal sentido en el sitio 2 hubo la mayor abundancia entre los taxones muestreados, se concluyó que existe una diferencia significativa ( $p < .05$ ) en la abundancia (número de individuos) entre los sitios.

Anyanwu et al. (2019, p.8) en su investigación tuvo como objetivo determinar los macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores biológicos para monitorear la calidad del agua, el muestreo se realizó en 3 estaciones entre los meses de enero a junio del 2018; la técnica utilizada fue la patada modificada y de barrido de macrófitos acuáticos con red de mano. Se registraron cinco grupos taxonómicos y veinte (20) taxones; aportando 119 individuos de macroinvertebrados. La composición de los taxones mostró que la mosquita no picadora, *Chironomus sphad*, presentó el mayor número (39,5 %). En cuanto a la distribución espacial, el mayor número de individuos (57) se registró en la estación 2 mientras que las estaciones 3 y 2 tuvieron 37 y 25 individuos respectivamente, se concluyó que los parámetros fisicoquímicos y el conjunto de macroinvertebrados se vio afectado negativamente por la descarga de efluentes y otras actividades antropogénicas.

Shan et al. (2020,p.126) en su investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua y su dinámica de los macroinvertebrados del arroyo Aripal en el área de Tral de la región del Himalaya de Cachemira, en la investigación se analizaron las comunidades de macroinvertebrados y la calidad del agua durante 2018. Los resultados fueron que el índice de calidad del agua (WQI) estaba en la categoría excelente y que el arroyo era adecuado para beber y otros usos deseados. Por otro lado, se identificaron un total de 27 taxones de la comunidad de macroinvertebrados pertenecientes a tres filos, a saber, Mollusca, Annelida y Arthropoda, que se distribuyeron en 8 órdenes y 4 clases del Aripal durante el período de investigación. Se encontró que Arthropoda era el filo más dominante seguido de Annelida y Mollusca, se concluyó que el análisis de componentes

principales (PCA) sobre la base de los parámetros de calidad del agua reveló la variación máxima de 91 % del Componente Principal (CP).

Birara et al. (2022, p.1) en su estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de las actividades antropogénicas en el conjunto de macroinvertebrados bentónicos del río Kipsindende en Kenia, la metodología consistió en recolectar muestras en los meses (noviembre-diciembre, 2019, enero y marzo de 2020), se recolectaron 72 muestras con 20.040 individuos de macroinvertebrados pertenecientes a 14 órdenes, 48 familias y 68 géneros fueron identificados. La abundancia relativa de Dípteros fue mayor que la de los efemerópteros. La abundancia porcentual de efemerópteros también fue mayor que la de Trichopteran y Bivalvia. Los resultados del análisis de correspondencia canónica (CCA) mostraron que los parámetros físico-químicos parámetros físico-químicos estaban afectando a las comunidades de macroinvertebrados en el río, se concluye que este estudio proporciona información científica y de referencia para la gestión de los arroyos de agua dulce en Kenia.

Custodio et al. (2018, p.195) el objetivo de su investigación fue evaluar la calidad del medio acuático y la diversidad de macroinvertebrados bentónicos de los humedales alto andinos de la región Junín, Perú, para llevar a cabo el estudio se realizó un muestreo en 22 sitios, en ese sentido se logró identificar los siguientes parámetros fisicoquímicos y fueron DO, DTS, EC, temperatura y pH, los resultados de la investigación arrojaron que los indicadores bacteriológicos y fisicoquímicos se encontraban dentro de los estándares de calidad para el agua, tomando en cuenta los macroinvertebrados bentónicos se logró identificar cuatro filos, siendo el filo Arthropoda el más representativo en abundancia y riqueza taxonómica, los resultados del estudio fueron que existe diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) para los parámetros anteriormente mencionados, se llegó a concluir que las actividades antropogénicas influyen sobre la calidad del medio acuático y la diversidad de macroinvertebrados bentónicos.

Rodriguez et al. (2021, p.91) en su investigación tuvieron como objetivo conocer la calidad del agua las lagunas los Ángeles y el Toro en la jurisdicción de Quivilca, la metodología del estudio consistió en recolectar macroinvertebrados



acuáticos en una red Surber, los resultados de la investigación arrojaron que en las lagunas anteriormente mencionadas las familias Corixidae y Districidae fueron las más frecuentes; asimismo haciendo uso del índice BMWP se determinó que la laguna el Toro se encuentra contaminada, muy por el contrario la laguna los Ángeles se encuentra en un nivel moderado de contaminación, respecto a los parámetros fisicoquímicos se encontró que la laguna el Toro tenía un pH de 6.4; nitrógeno total 1,26 mg/L y plomo 0.0104 mg/L, muy por el contrario se encontró que la laguna los Ángeles el pH fue de 4.9; Nitrógeno total 1,26 mg/L y plomo fue 0,00583 mg/L, con los resultados obtenidos se llega a concluir que las lagunas el Toro y los Ángeles tomando en cuenta el índice Biótico BMWP son similares.

Mora et al. (2020, p.85) en su investigación tuvieron como objetivo evaluar la calidad del río Huacamaranga, para llevar a cabo a la investigación se tomaron en cuenta 04 puntos de muestreo, durante la recolección de los macroinvertebrados bentónicos se encontró que había 5 clases constituidas por Insecta, Rhabditophora, Clitellata, Arachnida, Malacostraca, en ese contexto se logró observar que el género díptera estaba constituido por 9 y 6 familias, asimismo también se identificó 9 familias para las Traslada y Lepidoptera. Por otro lado, se encontró que tomando en cuenta el índice BMWP en el mes de junio en el punto de muestreo E-1=103; E-2=46; E-3=23; E-4=87, mientras que en el mes de diciembre se encontró que E-1=69; E-2=45; E-3=34; E-4=62. Los resultados obtenidos se llegaron a concluir que los macroinvertebrados bentónicos eran indicativos de calidad del agua y permitieron conocer la calidad del agua.

Santillan y Guerrero (2018, p.97) en su investigación tuvieron como objetivo evaluar la población de macroinvertebrados y fitoplancton como bioindicadores de contaminación en la cuenca del río Chicama, Perú, para llevar a cabo la investigación se tuvo en cuenta cuatro estaciones de muestreo, en ese contexto la evaluación del fitoplancton se ejecutó mediante índice saprobio, es por ello que se logró identificar que la fauna bentónica estuvo conformada por 24 géneros, 18 familias y 9 órdenes, asimismo durante la fase experimental se logró identificar que hubo predominio de la especie Baetis sp., Rhagovelia sp. y Atopsyche sp; por otro lado se logró evidenciar que había que el fitoplancton

estaba conformado por diatomeas y por otras especies como *Nitzschia linearis*, *Fragilaria capucina* y *Gomphonema sp*; se llegó a concluir que los macroinvertebrados bentónicos permiten conocer la calidad del agua y el tipo de contaminación que esta presenta.

Ponce (2019, p.10) en su investigación tuvo por objetivo evaluar la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en principales zonas de contaminación de la Bahía Puno – Lago Titicaca, para llevar a cabo la investigación se hicieron 11 puntos de muestreo, por lo cual se utilizó una draga tipo Vam Veen, los resultados de la investigación arrojaron que hubo un total de 22 especies, respecto a la temperatura en el mes de febrero fue de 18.6°C, muy por el contrario la menor temperatura se evidenció en el mes de junio y fue de 10.1 °C, en lo concerniente a los parámetros físicoquímicos se encontró que el nivel de oxígeno disuelto en el mes de agosto fue de 15.31 mg/L, mientras que en el mes de octubre el oxígeno disuelto fue de 1.25 mg/L; en lo relacionado al pH en el mes de octubre fue de 10.17; muy por el contrario el pH en el mes de junio fue de 7.76, otro de los parámetros analizados fue la conductividad eléctrica fue de 1899 uSm/cm en el mes de agosto, mientras que en el mes de junio fue de 648 uSm/cm. Se concluyó que los macroinvertebrados fueron indicadores de calidad del agua.

Sanchez (2018, p.9) en su investigación tuvo como objetivo determinar la presencia de macroinvertebrados bentónicos en un determinado sector del río Chotano; en total se recolectaron 710 ind/m<sup>2</sup>, donde hubo la distribución de 23 taxones lo cual comprendió 51% para la efemeróptera, y 51% para el orden trichoptera. Por otro lado, también se encontró 6 taxones, donde estuvo representada por 93% del orden haplotaxida y un 7% estuvo conformada por el orden dipterea. Los resultados de la investigación determinaron que aplicando el IBMWP la calidad del agua fue dudosa, con un rango crítico y fuertemente contaminada, con los resultados obtenidos se llegó a concluir que las aguas del río Chotano se encontraban en un nivel de contaminación moderada de acuerdo a IBMWP.

Seguidamente se dará sustento a la base teórica del estudio, donde se hablará de todas las teorías relacionadas en el cual se sustenta la presente investigación.

Los macroinvertebrados responden diferencialmente a factores bióticos y abióticos en su medio ambiente, por lo tanto, se ha utilizado durante mucho tiempo como bioindicadores para evaluar la calidad del agua. En este sentido, los macroinvertebrados bénticos son el conjunto de fauna más comunes para la evaluación biológica y proporcionan una evaluación más confiable de la vida a largo plazo, cambios ecológicos en la calidad de los sistemas acuáticos en comparación con sus características fisicoquímicas que cambian rápidamente (Malakane et al. 2020, p. 292).

Por lo tanto los macroinvertebrados son organismos muy sensibles y de baja movilidad, por lo que cualquier alteración en el medio natural o antropogénico puede hacer que desaparezcan o presenten una abundancia reducida, asimismo las especies que son más tolerantes a la contaminación pueden estar presentes en densidades mayores (Fierro et al. 2022, p.23). Además tienen un ciclo de vida más prolongado en contraste con otros seres vivos, es por ello que los macroinvertebrados acuáticos se caracterizan por ser eficientes indicadores de calidad del recurso hídrico (Nuñez y Fragoso 2020, p. 208).

La utilización de los macroinvertebrados depende del modo en que estas criaturas se ajustan a un espacio vital y a unos requisitos ecológicos específicos, de modo que cualquier ajuste de las circunstancias regulares se reflejará en la síntesis y la construcción de las redes que los poseen (Forero et al. 2017, p. 360). Por otro lado los bioindicadores son importantes porque están continuamente presentes en sus entornos y por lo tanto, son sujetas a condiciones ambientales, haciéndolas más útiles que las muestras de agua para medir las características físicas y químicas que representan una breve instantánea de las condiciones (Allan, 2020, p.10).

Del mismo modo la fauna bentónica se caracteriza por tener un papel importante dentro de la actividad metabólica lo cual permite tener una idea bajo qué condiciones se encuentran los recursos hídricos esto permite evaluar el grado de integridad ecológica del sistema tanto momentánea como estacional. Por ello es importante que se siempre se busque identificar los macroinvertebrados con el fin de conocer la calidad del agua (Bueñano, et al. 2018,p.42). El monitoreo de la calidad del aguas se conceptualiza como el control que se le realiza al recurso

hídrico con el objetivo de medir bajo que condiciones se encuentran sus parámetros físicos, químicos y biológicos.

Por otro lado la información del monitoreo puede emplearse para educar y concientizar a actores interesados en conocer la calidad del agua (Rodrigo et al. 2018, p.12). En ese contexto resulta de vital importancia realizar un monitoreo adecuado de la calidad del agua con el objetivo de brindar información adecuada a la población sobre los recursos hídricos (Kumper et al. 2020, p.3). Por lo tanto, este procedimiento es importante en la toma de decisiones de protección y gestión del ecosistema acuático, es por ello que resulta necesario abordar varios problemas en el campo del control de la calidad del agua (Chen et al. 2021, p.1).

La calidad del agua se define como el conjunto de características físicas, químicas, biológicas y microbiológicas, asimismo puede atribuirse como aquellos criterios en los cuales permiten brindarle al recurso hídrico condiciones de aceptabilidad (Velthof et al. 2018, p.30) es por ello que la calidad del agua es, sin duda, un tema vital hoy en día, en cierta medida, debido al desarrollo de la población mundial y a los interminables suburbios y avances; las regiones provinciales también contribuyen a la expansión de los problemas hídricos (Villena 2018, p.3).

Por otro lado, la calidad del agua es fundamental para el desarrollo sostenible y el bienestar mundial, ya que contribuye a la organización de las administraciones esenciales y permite los ejercicios financieros. Si se dispone de información para decidir la naturaleza de las aguas ecológicas, es más sencillo estudiar el efecto del avance financiero en la calidad del agua dulce a largo plazo y, además, dicha información da una señal de las ventajas que pueden obtenerse de los entornos marinos (Guevara, et al. 2019, p.12).

La calidad del agua permite brindar información explícita sobre las condiciones en las que se encuentra el recurso hídrico, en ese sentido se debe priorizar los monitoreos con el fin de evitar futuros problemas de la contaminación del agua (Ministerio de Salud, 2016, p.12). Dentro de los parámetros físicos, químicos y biológicos tenemos a los siguientes: Temperatura, pH, Conductividad eléctrica, Sólidos disueltos totales, Turbidez, Oxígeno disuelto, DBO, DQO, Dureza, Nitratos, Coliformes totales, Coliformes fecales.

En la ciencia física, la temperatura se caracteriza por ser una magnitud escalar que se relaciona con los movimientos de las partículas del sistema (Freemana, et al. 2018, p.198), en relación al pH, este se define como una unidad de medida en la que indica si el agua se encuentra ácida o alcalina, el rango del pH oscila entre un rango de 0 a 14, siendo el nivel 7 el neutral, mientras que un pH menor a 7 indica acidez, muy por el contrario un pH mayor a 7 indica alcalinidad (Garcia et al. 2019, p.61).

La conductividad eléctrica se define como la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica por medio de los iones disueltos, debido a que las sales del agua pueden transmitir energía eléctrica. Dado que toda el agua con la que estamos en contacto tiene sales disgregadas, el cual conducen la energía (Flores, 2021, p.1), en relación a los sólidos disueltos totales estos se definen como la concentración de los minerales, sales, cloruros, metales, orgánicos y muchos otros contaminantes disueltos en el agua, los cuales son indicadores de la calidad del agua (Guerrero, et al. 2018, p. 338).

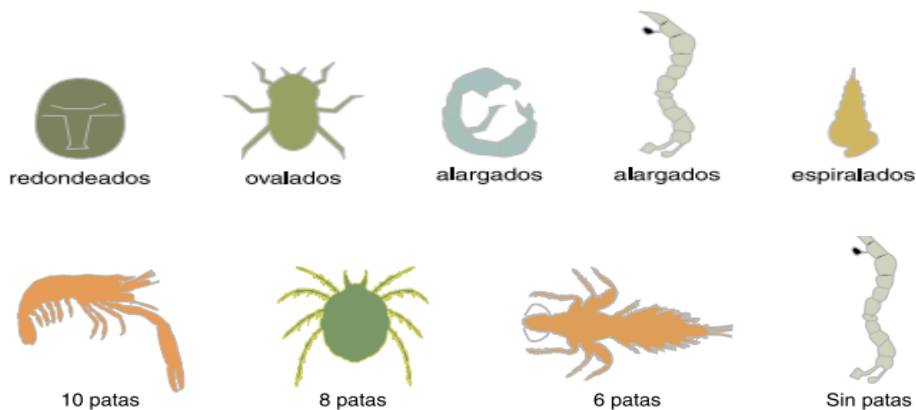
La turbidez se define como la presencia de material particulado que se caracteriza por estar en forma de coloide el cual causa la reducción de la transparencia del agua, dentro de las partículas que encontramos en el agua turbia se encuentra arcillas, limo, tierra, etc, la medida de la turbidez se realiza por medio de un turbidímetro y se expresa en (UNT) (Ynofuente y Flores, 2020, p. 5), en lo concerniente al oxígeno disuelto este se define como la cantidad de oxígeno que posee el agua, este oxígeno disponible en un cuerpo de agua se establece de acuerdo al tipo de agua y diversos que influyen en determinar la cantidad de oxígeno inmerso en el agua (Stolper y Keller, 2018, p. 328).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se define como la cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua que se necesita para oxidar la materia por medio de procesos químicos y convertir en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , para lo cual depende de factores como temperatura y tiempo (Menendez, 2018, p.23). Asimismo este parámetro es consumido por determinados microorganismos en condiciones anaeróbicas, cuya determinación requiere de una medida al inicio del oxígeno disuelto y una medida al finalizar el proceso luego de transcurrido cinco días de incubación a una temperatura de  $20\text{ }^\circ\text{C}$  (Meza & Gonzales, 2020, p. 149).

La dureza del agua se define como la cantidad o concentración de los minerales que incluyen magnesio y calcio presentes en el agua, por lo que un mayor nivel de minerales se considera una agua más dura (Ponce, 2019, p.13), respecto a los nitratos se definen como la cantidad de nitrógeno en las aguas de superficie, en ese sentido la cantidad excesiva de nitrógeno puede ocasionar problemas en la salud del ser humano, por ello es importante que el agua siempre sea sometido a un monitoreo con el fin de determinar las condiciones en las que se encuentra el recurso hídrico (Londoño y Davahiva, et al. 2020, p.7).

Los coliformes totales son aquellas bacterias que se definen como bacterias gram negativas y se fermentan con la lactosa a una temperatura de 35 a 37° C, es por ello se dice que Las bacterias coliformes totales no deben estar en el agua y su presencia indica que hay una posible vía de contaminación en el agua potable, asimismo en el grupo de los coliformes totales encontramos a los coliformes fecales los cuales son bacterias que derivan de los coliformes totales y generalmente estas bacterias se encuentran en los intestinos y los excrementos de los animales y los seres humanos (Romero, 2019, p.12).

**Figura 1:** macroinvertebrados acuaticos



**Fuente:** (Carrera y Fiero,2020)

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación fue de tipo aplicada (Arias, 2020, p.46), ya que el estudio se enfocó en la búsqueda de la información referente a la utilización de macroinvertebrados en la aplicación del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

La investigación presentó un enfoque cualitativo (Hernandez, 114, 169), en esta investigación se analizó y procesó la información teniendo en cuenta los objetivos del estudio, para que se logre profundizar los conocimientos en torno a la utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos. De igual manera, fue de diseño narrativo de tópicos porque se analizó la información a partir de artículos científicos de fuentes confiables (Baena, 2017, p. 22).

### **3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización**

El procesamiento de datos cualitativos implicó clasificar estos datos y desglosarlos en grupos más pequeños y orientados al resultado requerido de la investigación para facilitar la organización y comprensión de los resultados, de manera considerada, se presentó la siguiente matriz (**Ver anexo 01**).

### **3.3. Escenario de estudio**

No hay escenario, sin embargo el escenario en el cual se desarrolló la presente investigación, fueron los artículos científicos de los últimos 5 años, con la información encontrada servirá para realizar otras investigaciones relacionadas con los macroinvertebrados acuáticos en el monitoreo de los recursos hídricos.

### **3.4. Participantes**

No hay participantes, pero en la presente investigación, se tomó en cuenta las diversas fuentes bibliográficas donde se consultó la información, dentro de las fuentes consultadas tenemos a Scopus, Dialnet, Science Direct, estas fuentes que fueron objeto de consulta permitieron estructurar todos los capítulos en el cual se enmarcó el estudio, en ese contexto con toda la información encontrada permitió darle mayor relevancia a la investigación.



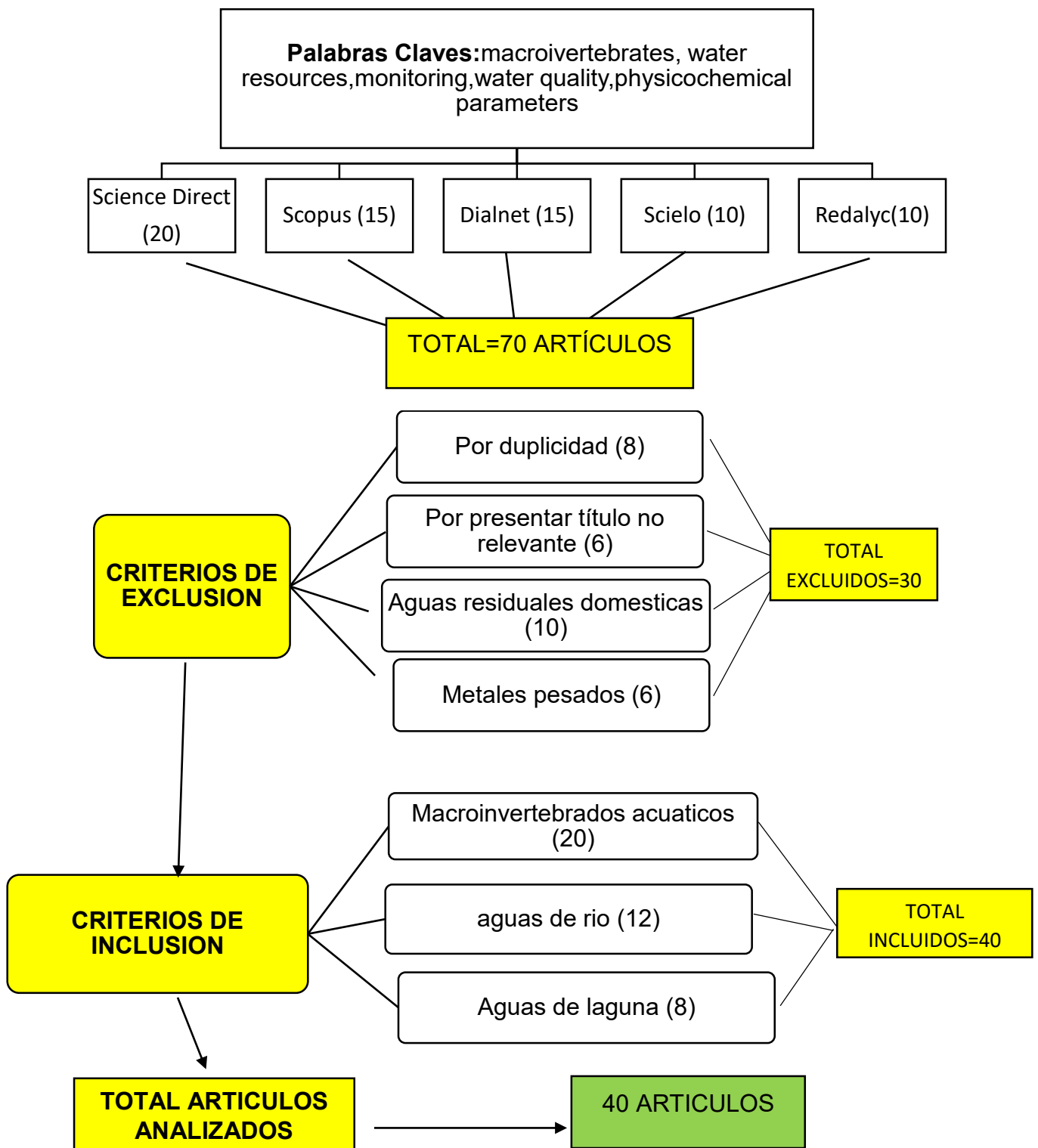
### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnica utilizada, fue el analisis documental el cual permitio organizar la informacion de manera mas especifica ,por otro lado la recoleccion de los datos se realizo por medio de la observacion directa, donde se ha recopilado información en torno a la utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, además la búsqueda de la información se ha realizado en función de los objetivos específicos del estudio que son los siguientes; identificar las familias de los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, así mismo Identificar los índices biológicos, que se utilizan en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos utilizando macroinvertebrados e identificar los parámetros físicos, químicos considerados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

Por otro lado, el instrumento a utilizar fue la ficha de análisis de contenido con el objetivo de recopilar información, tomando en cuenta los objetivos generales y específicos del estudio, es así que en esta ficha de análisis de contenido permitió sintetizar toda la información existente de cada artículo científico consultado y asi resultó mucho más sencillo procesar la información cuando se seleccionó u organizó los resultados de la presente investigación, en ese contexto con la ficha de análisis de contenido de logró desarrollar una investigación más eficiente con el objetivo de aportar mayor conocimiento a las futuras investigaciones (**ver anexo 3**).

### **3.6. Procedimiento**

El procedimiento en el cual se basó el estudio, fue en base a un diagrama de bloques, en el diagrama de bloques se detalló todos los procedimientos que se tomaron en cuenta para recopilación de información en relación a la temática de estudio. Como primer criterio para la búsqueda de la información se tomó en cuenta las palabras claves y fueron las siguientes: *macroinvertebrates, water resources, monitoring, water quality, physicochemical parameters*, posteriormente a ello se procedió a tomar en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.



**Figura 1:** Diagrama de análisis de artículos seleccionados

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, en los criterios de inclusión se establecieron todos requerimientos para la búsqueda de la información, muy por el contrario en los criterios de exclusión se tomó en cuenta cuáles fueron los requerimientos que no se consideraron para la sintetización de la información, luego de establecidos dichos criterios, se logró conocer la cantidad de artículos encontrados que sirvieron para desarrollar los resultados del estudio, en ese contexto se presentó un diagrama de bloques donde se detalló de manera organizada y sistemática todos los criterios que se tomaron en cuenta para la búsqueda de la información.

### **3.7. Rigor científico**

En la presente investigación cualitativa se consideraron los siguientes criterios de rigor científico:

**Credibilidad:** La base de validez o estimación de la verdad, también llamada autenticidad, es un requisito significativo que permite mostrar las peculiaridades tal y como las ven los sujetos. Alude a la estimación que deben tener las consecuencias de una exploración correspondientes a la peculiaridad advertida, por lo que el sujeto trata de hacer conjeturas deducidas sobre el mundo real. Esta regla se cumple cuando los resultados son percibidos como "auténticos" o "válidos" por los individuos que participaron en la revisión, por las personas que han rellenado como testigos clave y por diferentes expertos delicados con el tema contemplado, en ese contexto la credibilidad permite otorgarle características de credibilidad a la investigación que se está realizando (Campos, 2018).

**Confirmabilidad:** La confirmabilidad alude al esfuerzo de ofrecer datos que sean esencialmente tan consensuados como se pueda esperar realmente y de esta manera, centrarlos en la objetividad e imparcialidad". La confirmabilidad alude a la manera en que un científico puede seguir el camino, o el curso, de lo que hizo otro especialista. Esto requiere un registro y una documentación completos de las elecciones y los pensamientos que el especialista tuvo correspondientes a la revisión. Esta metodología permite inspeccionar la información y llegar a extremos equivalentes o comparativos. Toda revisión se ajusta a la directriz de confirmabilidad cuando sus procesos de información y la

metodología empleada conducen hacia puntos vista equivalentes o comparativos (Campos, 2018).

**La transferibilidad o aplicabilidad:** El criterio de transferibilidad hace referencia a la manera como debe extenderse los resultados de la investigación a otros entornos, para que la información sea transferible es necesario que el investigador determine si tiene las condiciones transferibilidad o aplicabilidad Para ello es necesario que se describan densamente el lugar y las características de las personas donde el fenómeno fue observado. Por tanto, el grado de transferibilidad es una función directa de la similitud entre los contextos, una buena transferibilidad se logra con resultados que representen la veracidad de la investigación y que estos resultados busquen ser aplicados a otras investigaciones (Campos, 2018).

### **3.8. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos se realizó por medio de métodos sistemáticos que permitieron organizar la información de acuerdo a los objetivos de la investigación, los métodos utilizados permitieron proporcionar una dirección explícita hacia donde se pretendió llegar con el presente estudio, con el objetivo de generar resultados confiables que permitieran llegar a conclusiones específicas y así se aporte conocimiento y se propongan estrategias de solución frente a la problemática de estudio que se viene investigando.

Del mismo modo el análisis de la información se realizara por medio del software Microsoft Excel, en dicho software se organizara la información por medio de tablas y gráficos los cuales daran cumplimiento a los objetivos generales y específicos del estudio, es por ello que luego de recopilados todos los artículos, se hizo uso del software anteriormente mencionado donde implicó organizar, interpretar y analizar la información de acuerdo a las expectativas del investigador.

### **3.9. Aspectos éticos**

La exploración lógica contiene reglas morales que comprenden responsabilidades y rectitud, por lo tanto, la investigación reúne criterios éticos como la validez de contenido, puesto que la recopilación de los artículos incluyó

una búsqueda exhaustiva aplicando criterios de elegibilidad para evitar sesgos de selección, el cual se refiere a la existencia de diferencias sistemáticas en las características iniciales entre los grupos comparados en un estudio (Drucker et al., 2016). Asimismo, con la veracidad, pues los resultados serán mostrados como lo presenta el artículo, sin la alteración de los mismos.

Además, la autenticidad del trabajo se verificará mediante en un análisis de plagio mediante el programa de Turnitin que realiza un reporte de similitud con otros documentos, de esta manera la investigación está contenida en rangos menores del 25% para demostrar una originalidad de información. Por ende, se aplicó el respeto a la autoría de las fuentes de información, mediante el citando apropiadamente con el estilo APA, asegurando el cumplimiento de los lineamientos de la Universidad César Vallejo que establece la moral directa de los expertos.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

Para llevar a cabo los resultados de la presente investigación se han seleccionado un total de 40 artículos científicos que guardan relación con los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, la búsqueda de la totalidad de los artículos científicos se ha buscado en diversas fuentes bibliográficas como Scopus, Dialnet y ScienceDirect, Scielo, etc.

En este sentido, la síntesis implicó combinar y resumir los estudios individuales mediante un enfoque narrativo, para lo cual fue necesario agrupar los artículos en relación de elementos de información general como autor, fecha de publicación y país de origen donde se desarrollaron las investigaciones, tal como se presenta en la siguiente tabla:

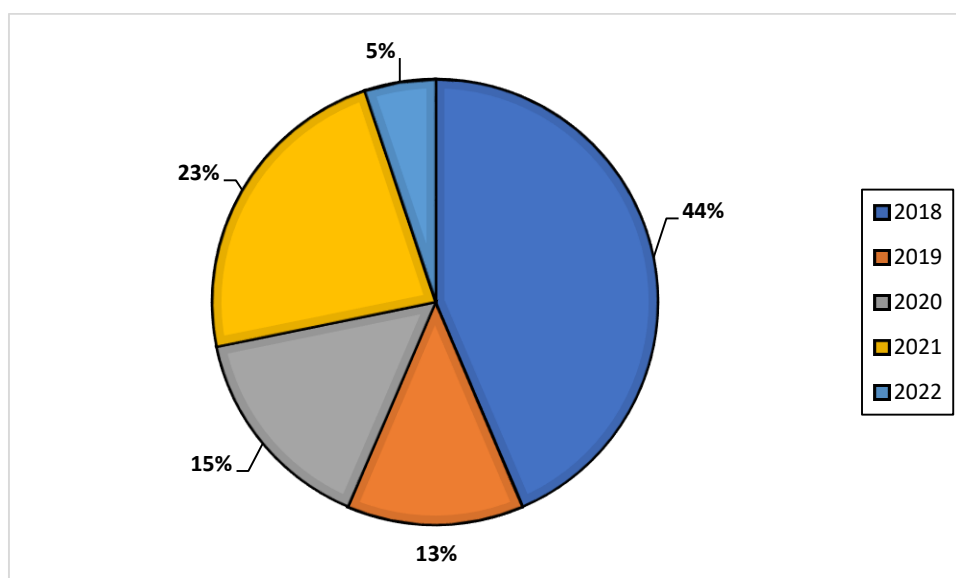
**Tabla 1.** Síntesis de artículos según la fecha de publicación y país de origen

<b>Autor</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>País de origen</b>
1. Dhodiyal, et al.	2021	India
2. Berosa, et al.	2019	Ecuador
3. Machado, et al.	2018	Ecuador
4. Bao, et al.	2020	Uruguay
5. Iyila y Ansiedu	2020	Nigeria
6. Sekhar	2022	Ethiopia
7. Bytcy, et al.	2018	Macedonia
8. Mendez, et al.	2021	Ecuador
9. Aazami, et al.	2018	España
10. Sweeney, et al.	2020	Peru
11. Utami y Fajar	2021	Estados Unidos
12. Shimba, et al.	2018	Tanzania
13. Abubakar, et al.	2017	India
14. Anyanwu, et al.	2019	Nigeria
15. Misganaw	2018	Ethiopia
16. Banagar, et al.	2018	Iran
17. Singh y Sharma	2020	India
18. Appalasy, et al.	2018	Malasya
19. Kobenan, et al.	2018	Costa de Marfil
20. Foomani, et al.	2020	Iran
21. Kohmann, et al.	2021	Costa Rica
22. Noorazhan y Abas,	2021	Malasya
23. Devitt, et al.	2018	Estados Unidos
24. Valbuena y Gualtero	2021	Colombia
25. Stein y Kohlmann	2018	Costa Rica
26. Villanueva, et al.	2021	Colombia

27. Oliveros,		2018	Colombia
28. Bao, et al.		2021	Uruguay
29. Bozoki, et al.		2018	Hungria
30. Lopez, et al.		2019	Mexico
31. Huanachin Huamantico	y	2018	Peru
32. Lopez, et al.		2019	Colombia
33. Murillo, et al.		2018	Colombia
34. Pauline, et al.		2018	Ecuador
35. Guerrero Urdanigo	y	2020	Ecuador
36. Rocha y Cuellar		2018	Colombia
37. Ramirez, Giraldo, et al.		2018	Colombia
38. Rodrigo Restrepo	y	2021	Colombia
39. Canales et al.		2022	Peru
40. Montoya Escobar	y	2019	Colombia

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se observa que la mayoría de los artículos recopilados, es decir, el 44% que corresponde a 17 documentos, presentan una fecha de publicación en el año 2018, seguido del 23% que fueron publicados en 2021. Asimismo, se evidencia que el 15%, 13% y 5% de las investigaciones se publicaron en 2020, 2019 y 2022 respectivamente.

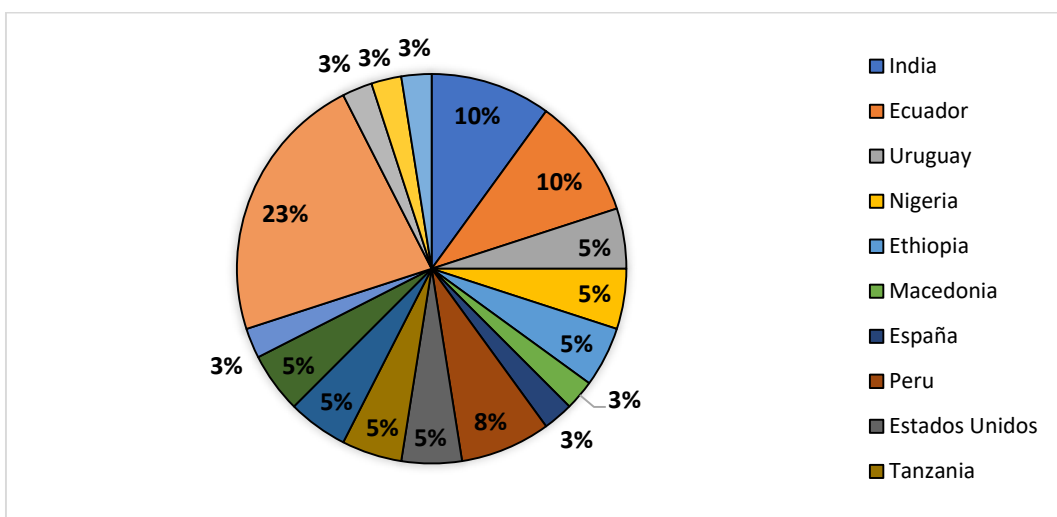


**Figura 2:** Cantidad de artículos según año de publicación

Fuente: Elaboración propia



En la figura 3 se muestra la cantidad de artículos encontrados a nivel mundial se han logrado encontrar artículos a diversos países del mundo, es así que en países como Colombia se encontraron un total de 9 artículos científicos equivalente al 23%, en India y Ecuador se encontraron 4 artículos científicos en cada país equivalente al 20%, en Perú se encontró 3 artículos científicos equivalente al 8%, en Uruguay, Nigeria, Etiopia, Estados Unidos, Tanzania, Irán y Malasia se encontraron 2 artículos científicos por cada país equivalente al 35% del total de artículos encontrados, finalmente en países como Macedonia, España, Costa de Marfil, Costa Rica, México y Hungría se encontraron un artículo por cada país.



**Figura 3:** Cantidad de artículos a nivel mundial.

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los artículos se analizaron en función del objetivo general y los objetivos específicos del estudio, es por ello que en la Tabla N°1 presenta la identificación de los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

#### 4.1. Objetivo general: Identificar los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos

**Tabla 2.** *Macroinvertebrados en el monitoreo de los recursos hídricos.*

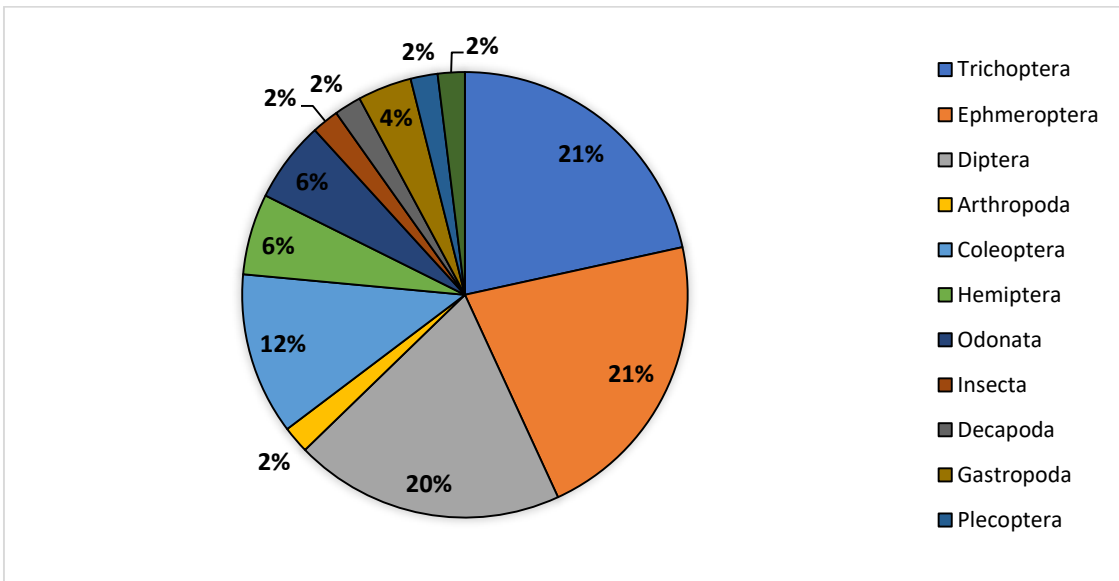
<b>Pais</b>	<b>Habitat</b>	<b>Tipos de Macroinvertebrados</b>	<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Referencia</b>
India	Lotico	Trichoptera(n=204), Ephemeroptera (n=141), Diptera (n=108)	4 puntos de muestreo en el río Amrit Ganga.	(Dhodyal, et al. 2021)
Ecuador	Lentico	Fililo Arthropoda= 6130 individuos. Elmidae (Coleoptera)= 2059 individuos Leptoceridae (Trichoptera) = 1071 individuos	5 zonas de muestreo en el agua del Refugio de Vida Silvestre Pasochoa.	(Berosa, et al. 2019)
Ecuador	Lotico	Epoca de lluvia: Leptophlebiidae =34 especímenes. Estación seca: Chironomidae = 45 individuos (17,2%)	5 zonas de muestreo en Río Sardinias	(Machado, et al. 2018)
Uruguay	Lentico	Dípteros (59,9%), Hemiptera (16,3%), Ephemeroptera (14,0%)	3 puntos de muestreo en cultivos de arroz	(Bao, et al. 2020)
Nigeria	Lotico	La familia Lymnaeidae=(53,1 %) Odonata=(6,9 %). Truncatula=(36,5%).	3 puntos de muestreo en el rio Ogupa	(Iyila y Ansiedu, 2020)
Ethiopia	Lentico	Diptera =(22 %), Trichoptera= (16 %), seguida de Coleoptera =(13 %) Ehpemeroptera= (13 %)	6 puntos de muestreo en Dendi Woreda de West Showa Zone del estado regional de Oromia, Etiopía	(Sekhar, 2022)
Macedonia	Lotico	La clase Insecta estuvo representada por 4 órdenes, respectivamente con 8 familias, que constituye aproximadamente el 72,7 % del número total.	Se tomaron 3 zonas de muestreo del río Nerodime	(Bytscy, et al. 2018)
Ecuador	Lotico	Odonata = 37, Trichóptero=20, Ephemeroptera=53, Ephemeroptera=77, Decápoda=36	Se seleccionaron 3 puntos de muestreo en el río Yuquipa	(Mendez, et al. 2021)
España	Lotico	Se identificaron un total de 8161 macroinvertebrados en 14 órdenes y 24 familias	Se seleccionaron 8 puntos de muestreo en el río Kor	(Aazami, et al. 2018)
Peru	Lotico	Trichoptera (37 taxones de caddisfly)Ephemeroptera (34 taxones de efímeras), Diptera quironómidos (33 taxones de mosquitos), Coleoptera (31 taxones de escarabajos)	Se evaluaron un total de 37 arroyos en Puerto Maldonado y Cusco en Perú	(Sweeney, et al. 2020)
Estados Unidos	Lotico	Orden Sorbeoconcha que pertenece a la clase gasterópodo (caracol), con un número total de 573 especies.	3 zonas de muestreo en el rio Nogosa	(Utami y Fajar, 2021)

Tanzania	Lotico	Se registraron macroinvertebrados pertenecientes a ocho órdenes y 27 familias. Los macroinvertebrados de los órdenes Gastropoda y Diptera fueron los más dominantes	6 zonas de muestreo en el río Msimbazi	(Shimba,et al. 2018)
India	Lotico	Se encontraron (244 taxones de bivalvos y 184 taxones de caracoles es de invertebrados incluyendo Chironomidae, Diptera, Gastropoda	12 estaciones de muestreo en la cuenca del río Mahanad	(Abubakar,et al. 2017)
Nigeria	Lotico	Se registraron cinco grupos taxonómicos y veinte (20) taxones; aportando 119 individuos de macroinvertebrados.	3 estaciones de muestreo en el río Ossah.	(Anyanwu,et al. 2019)
Ethiopia	Lotico	La muestra de macroinvertebrados fue de 47,26 %. Physidae (Mollusca) fue la familia más abundante colectada 16.29% en todos los sitios, seguida por Chironomidae 12.74%.	3 puntos de muestreo en el río Shinta, Gondar, Etiopía.	(Misganaw, 2018)
Iran	Lotico	Se identificaron 11 clases y 16 familias en los que podemos mencionar Hydropsychidae (30%), Heptageniidae (23%), Baetidae (20%), Chironomidae (14%), Simuliidae (9%), Lumbricidae (1%).	Se estudió en 9 puntos de muestreo en el río Haraz	(Banagar,et al. 2018)
India	Lentico	Se registró un total de 29 taxones de macroinvertebrados pertenecientes a los grupos Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera, Coleoptera, Oligochaeta y Gastropoda	4 puntos de muestreo en el humedal de gran altitud Dodi Tal, Garhwal Himalaya, India	(Singh y Sharma, 2020)
Malasya	Lotico	Se encontraron nueve órdenes, 45 familias y 329 individuos. La familia Diptera aportando 99 individuos y Trichoptera (80 individuos)	3 estaciones de muestreo, en el río Tioman.	(Appalasy, et al. 2018)
Costa de Marfil	Lentico	Se identificaron un total de 97 taxones de macroinvertebrados pertenecientes a 49 familias, 15 órdenes y 08 clases. Insecta fue la clase más representativa (70 taxones)	06 puntos de muestreo en la represa Quimbo	(Kobenan,et al. 2018)
Iran	Lotico	e identificaron un total de 3963 macroinvertebrados pertenecientes a 3 filos, 9 órdenes de 17 familias.	Se seleccionaron 3 puntos de muestreo en el río Iran	(Foomani,et al. 2020)
Costa Rica	Lotico	se recolectaron 76 familias y 194 géneros de 20 órdenes Ephemeroptera (2510), Trichoptera (1219), Diptera (1006), Coleoptera (853), Odonata (667), Basommatophora (588 ), Hemiptera (202),	Se muestreo río Colorado y el río Las Palmas, con tres y cuatro sitios de muestreo	(Kohmann,et al. 2021)
Malasya	Lotico	Perlidae con 26,76 %, seguidas de Heptageniidae (11,97 %), Proto neuridae (9,50 %), Palaemonidae (8,09 %), Hydropsychidae (8,09 %) y Atyidae con 7,39 %.	10 puntos de muestreo del río Ulu Bendul.	(Noorazhan y Abas, 2021)

Estados Unidos	Lentico	12 generos de nayades, 6 taxones de parasitos 2 trematodos digeneticos	3 puntos la Bahia de california en Estados Unidos	(Devitt,et al. 2018)
Colombia	Lentico	Se recolectaron 36.490 ejemplares pertenecientes a 11 clases, 26 órdenes, 79 familias y 168 taxones.	6 puntos de muestreo en la represa el Quimbo	(Valbuena y Gualtero, 2021)
Costa Rica	Lotico	Coleoptera (17 familias, 37 géneros), seguida por Trichoptera (11 familias, 27 géneros), y Ephemeroptera (5 familias, 24 géneros)	6 puntos de muestreo en el rio Dos Novillo Costa Rica	(Stein y Kohlmann, 2018)
Colombia	Lotico	Se recolectaron 443 organismos de 10 familias y 21 géneros,	4 puntos de muestreo en el río Gaira, Colombia	(Villanueva,et al. 2021)
Colombia	Lotico	se recolectó un total de 443 organismos de 10 familias y 23 géneros entre los cuales Smicridea (Hydropsychidae) presentó mayor abundancia con el 22, 1% seguido por Leptonema con 18,5% y Phylloicus (Calamoceratidae) con el 12,4%	4 puntos de muestreo en el río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta.	(Oliveros, 2018)
Uruguay	Lentico	<i>Diptera</i> (59,9%), <i>Hemiptera</i> (16,3%), <i>Ephemeroptera</i> (14,0%)	3 puntos de muestreo de cultivos de arroz	(Bao, et al. 2021)
Hungria	Lotico	48.881 individuos de macroinvertebrados pertenecientes a 82 taxones (de los cuales 74 fueron identificados a nivel de especie) y 10 taxones superiores.	15 sitios de muestreo entre los pueblos de Almár y Nagytálya-Hungria	(Bozoki,et al.2018)
Mexico	Lotico	Se encontraron un total de 73 taxones en el rio salado, del mismo modo se encontraron un total de 40 taxones en el rio grande	Se monitorearon un total de 12 sitios de estudio ubicados a lo largo del Río Grande y el Río Salado	(Lopez,et al. 2019)
Peru	Lotico	Se encontro 3069 individuos pertenecientes a 23 géneros, agrupados en 10 familias. Elmidae presentó la mayor riqueza (13 géneros) y abundancia (90.4 %),	Se establecieron 12 puntos de muestreo en el Cusco.	(Huanachin y Huamantico, 2018)
Colombia	Lotico	Se recolectaron 6781 individuos de macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a 3 <i>phylum</i> , 5 clases, 11 órdenes y 21 familias	5 puntos de muestreo en el rio Teuseca	(Lopez,et al. 2019)
Colombia	Lotico	Se registraron 2.175 individuos pertenecientes a 97 grupos taxonómicos; los órdenes más abundantes fueron Trichoptera y Ephemeroptera (54 %)	3 muestreos en la quebrada Santo Tomás, municipio de Pensilvania, Colombia	(Murillo,et al. 2018)

Ecuador	Lotico	Se encontraron 1357 individuos distribuidos en 13 órdenes y 36 familias, siendo el orden Trichoptera el más diverso con 9 familias	Se realizaron un total de 13 puntos de muestreo Río Fragua Chorroso	(Pauline, et al. 2018)
Ecuador	Lotico	Se capturaron 2189 macroinvertebrados, distribuidos en 11 órdenes, 38 familias y 51 géneros	36 muestreos cuenca alta del río Quevedo	(Guerrero y Urdanigo, 2020)
Colombia	Lotico	la comunidad béntica estuvo conformados por tres clases (Clitellata, Arachnida e Insecta); identificandose siete órdenes, 23 familias, 26 géneros, para un total de 26 morfotipos. La clase dominante fue Insecta	Se realizaron 4 puntos de muestreo en la quebrada La Colorada, municipio de Villa de Leyva, Colombia	(Rocha y Cuellar, 2018)
Colombia	Lentico	se recolectaron 98 934 individuos distribuidos en nueve clases, 17 órdenes, 56 familias y 92 géneros	9 puntos de muestreo en el municipio de Villamaría (Caldas, Colombia)	(Ramirez, et al. 2018)
Colombia	Lotico	La comunidad de macroinvertebrados recolectados se agrupó en siete clases, quince órdenes, 56 familias y 95 géneros, para un total de 5384 organismos	Se realizaron 6 puntos de muestreo, 03 en el río Doncello y 3 en la quebrada Anaya.	(Rodrigo y Restrepo, 2021)
Peru	Lentico	Se encontro 17 taxones entre gasterópodos y artrópodos de los cuales los primeros fueron los más abundantes (85,5% en marzo con 2555 organismos/m <sup>2</sup> y 74,2% en agosto con 4422 organismos/m <sup>2</sup> ),	10 puntos de muestreo en los Humedales de Ventanilla ubicados en la región Callao, en Perú	(Canales, et al. 2022)
Colombia	Lotico	Se encontraron un total de 37 géneros de insectos acuáticos pertenecientes a 27 familias y cinco Phyla.	3 estaciones de muestreo en la quebrada Andina, Antioquia -Colombia	(Montoya y Escobar, 2019)

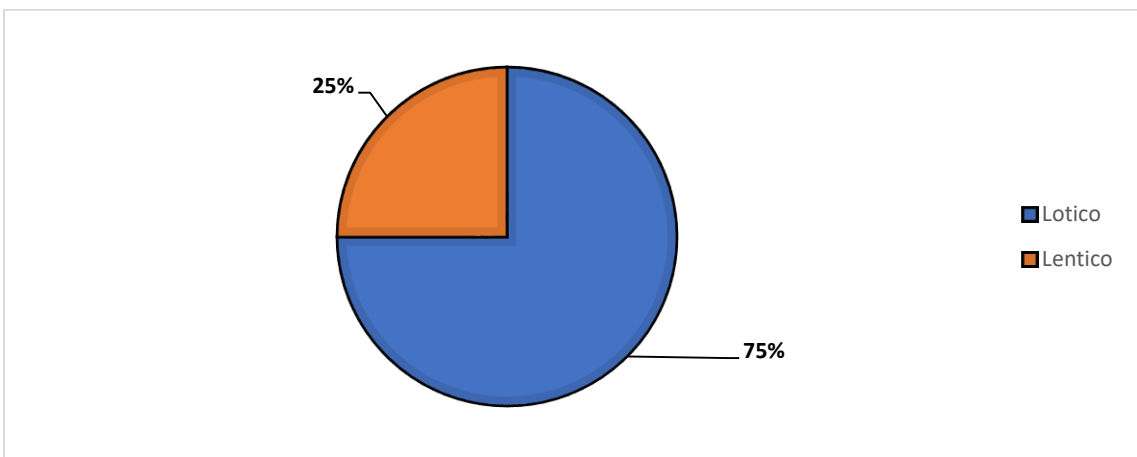
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4:** Macroinvertebrados acuáticos en el monitoreo de los recursos hídricos

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4 se muestra la frecuencia en los macroinvertebrados acuáticos en el monitoreo de los recursos hídricos, es así que en el orden Trichoptera y Ephemeroptera se ha confirmado que existe predominio del 21% en cada orden, en el orden Díptera existe un predominio del 20%, en el orden Coleoptera existe un predominio del 12%; del mismo modo en el orden Hemiptera y Odonata tienen un predominio del 6% cada orden; seguidamente se ubica el orden Gastropoda con un predominio del 4%, finalmente se ubica el orden Arthropoda, Insecta, Decapoda, Insecta con el predominio del 2% en cada orden.



**Figura 5:** Hábitat de los macroinvertebrados acuáticos.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se muestra el hábitat de los macroinvertebrados acuáticos encontrados en los 40 artículos científicos analizados, es así que en la figura anteriormente se detalla que el 75% del hábitat de los macroinvertebrados acuáticos pertenece a los ecosistemas lóticos, mientras que el 25% del hábitat de los macroinvertebrados acuáticos pertenece a ecosistemas lentos, se demuestra que los macroinvertebrados acuáticos se logran adaptar de acuerdo a sus condiciones de adaptabilidad.

#### 4.2. Identificar las familias de los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

**Tabla 3.** Familias de los macroinvertebrados acuáticos.

Fuente de la extracción de la información	Familia	Orden
Dhodyal, et al. 2021)	<i>Baetidae, Efemerélidos, Heptageniidae</i>	<i>efemerópteros</i>
	<i>Athericidae, Simulidae, Tipulidos</i>	<i>Quironómidos, dípteros</i>
	<i>Hidropsíquidos</i>	<i>Tricópteros</i>
(Berosa, et al. 2019)	<i>Elmidae</i>	<i>Coleoptera</i>
	<i>Leptoceridae</i>	<i>Trichoptera</i>
(Machado, et al. 2018)	<i>Leptophlebiidae</i> <i>Chironomidae</i>	
(Bao, et al. 2020)	<i>No específica</i>	<i>Diptera, Hemiptera</i> <i>Ephemeroptera</i>
(Iyila Ansiedu, 2020)	<i>Lymnaeidae</i>	<i>Odonata</i>
(Sekhar, 2022)	-	<i>Plecoptera,</i> <i>Ephemeroptera,</i> <i>Odonata, Hemiptera,</i> <i>Trichoptera, Coleóptera</i> <i>Diptera</i>
(Bytscy, et al. 2018)	-	<i>Dipteros, Blepharicéridos</i> <i>Athericidae, Tipulidos.</i> <i>Plecóptero, Perlodidae</i> <i>Perlodidae, Efemerópteros</i> <i>Plecoptera</i>
(Mendez, et al. 2021)	<i>Griopterygiidae,</i> <i>Nolonemouridae, Perlidae</i> <i>Diamphipnoidae</i>	
	<i>Baetidae, Caenidae</i>	<i>Ephemeroptera</i>
	<i>Leptophlebiidae</i>	
	<i>Aeshinidae, Calopterygidae, Gomphidae</i>	<i>Odonata</i>
	<i>Gammaridae</i>	<i>Amphipoda</i>

(Aazami, et al. 2018)	et	<i>Erpobdellidae</i>	<i>Arhynchobdellida</i>
		<i>Dytiscidae, Elmidae, Hydraenidae</i>	<i>Coleóptera</i>
(Utami Fajar, 2021)	y	<i>Anthomyiidae, Chironomidae</i>	<i>Díptera</i>
		<i>Culicidae, Limoniidae</i>	
		<i>Velidae, Gerridae</i>	<i>hemípteros</i>
		<i>Perlidae</i>	<i>plecóptero</i>
(Shimba, et al. 2018)	et	<i>Heptagenidos, Efemérides</i>	<i>Efemeropteros</i>
		<i>hidropsíquidos</i>	<i>Tricópteros</i>
		<i>Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae</i>	<i>Coleópteros</i>
		<i>Hidropsíquidos</i>	<i>Tricópteros</i>
(Anyanwu, et al. 2019)	et	<i>Ecnomidos</i>	
		<i>Corduliidae, Libellulidae</i>	<i>Odonata</i>
		<i>Coenagrionidae, Aeshnidae</i>	
		<i>Hirudinea</i>	<i>Anélida</i>
(Misganaw, 2018)	et	<i>Hydracarinae, Pisauridae</i>	<i>Arachnida</i>
		<i>Dytiscidae</i>	<i>coleópteros</i>
		<i>Nepidae</i>	<i>hemípteros</i>
		<i>Heptageniidae</i>	<i>Ephemeroptera</i>
(Banagar, et al. 2018)	et	<i>Halipidae</i>	<i>Coleoptera</i>
		<i>Gerridae, Notonectida, Velidae</i>	<i>Hemiptera</i>
		<i>Baetidae, Heptageniidae</i>	<i>efemeropteros</i>
		<i>hidropsíquidos</i>	<i>Tricópteros</i>
(Appalasamy, et al. 2018)	et	<i>Leuctridae</i>	<i>plecóptero</i>
		<i>Ichneumonidae</i>	<i>himenópteros</i>
		<i>Quironómidos, Simuliidae, Tipulidos</i>	<i>dípteros</i>
		<i>Platysticidae, Quironómidos</i>	<i>Odonata</i>
(Foomani, et al. 2020)	et	<i>Tipulidos</i>	
		<i>Simulidae, Chironomidae, Ceratopogonidos, Heptageniidae</i>	<i>dípteros</i>
		<i>Leptophlebiidae</i>	<i>efemeropteros</i>
		<i>Caenidae</i>	
(Noorazhan y Abas, 2021)	y	<i>Hidropsíquido, Philopotamidae</i>	<i>Tricópteros</i>
		<i>Perlidae</i>	
		<i>Protoneuridae, Clorocyphidae, Euphaeidae, Gomphidae, Calopterygidae</i>	<i>Odonata</i>
		<i>Heptageniidae, Efemerélidos</i>	<i>efemeropteros</i>
Valbuena Gualtero, 2021)	y	<i>Baetidae</i>	
		<i>Caenidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Oligoneuriidae</i>	<i>Ephemeroptera</i>
(Misganaw, 2018)	et	<i>Gomphidae, Libellulidae</i>	<i>Odonata</i>
		<i>Coenagrionidae</i>	



		<i>Hebridae, Mesoveliidae, Macroveliidae, Velliidae, Gerridae, Belostomatidae</i>	<i>Hemiptera</i>
(Stein y Kohlmann, 2018)		<i>Heptageniidae, Gomphidae, Libellulidae</i>	<i>Odonata</i>
		<i>Gerridae, Gelastocoridae, Mesovelidae, Naucoridae, Ochtheridae</i>	<i>Hemípteros</i>
		<i>Anomalopsychidae, Glossosomatidae, Leptocéridos hidroptilidae</i>	<i>Tricópteros</i>
(Oliveros, 2018)		<i>Calamoceratidae, Helycopsichidae, Hydrobiopsidae, Hydroptilidae, Leptoceridae</i>	-
(Huanachin y Huamantico, 2018)		<i>Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Hydraenidae, Hydrochidae, Lutrochidae, Psephenidae, Ptilodactylidae</i>	-
		<i>Gammaridae, Hyalellidae</i>	<i>Amphipoda</i>
(Lopez, et al. 2019)		<i>Corixidae, Mesoveliidae</i>	<i>Hemiptera</i>
		<i>Baetidae</i>	<i>Ephemeroptera</i>
		<i>Simuliidae, Tipulidae, Muscidae, Blepharoceridae</i>	<i>Diptera</i>
		<i>Cantharidae, Curculionidae, Erotylidae, Chrysomelidae, Dryopidae, Dysticidae</i>	<i>Coleoptera</i>
(Murillo, et al. 2018)		<i>Labiidae, Blephariceridae, Ceratopogonidae</i>	<i>Dermaptera</i>
		<i>Chironomidae, Culicidae, Dixidae, Simuliidae</i>	<i>Diptera</i>
		<i>Leptophlebiidae, Oligoneuriidae, Baetidae</i>	<i>Ephemeroptera</i>
(Pauline, et al. 2018)		<i>Glossosomatidae, Leptoceridae, Hydropsychidae, Odontoceridae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Philopotamidae</i>	<i>Trichoptera</i>
		<i>Elmidae, Psephenidae, Hydraenidae, Ptilodactylidae, Staphylinidae</i>	<i>Coleoptera</i>
		<i>Veliidae, Naucoridae</i>	<i>Hemiptera</i>
		<i>Oligochaeta</i>	<i>Haplotaxidae</i>
		<i>Ampullariidae</i>	<i>Architaenioglossa</i>
(Rodrigo Restrepo, 2021)		<i>Hygrophila</i>	<i>Physidae</i>
		<i>Planorbidae</i>	<i>Hygrophila</i>
		<i>Rhynchobdellida</i>	<i>Glossiphoniidae</i>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°3, se muestra las familias de los macroinvertebrados acuáticos identificados en el monitoreo de los recursos hídricos, se han identificado diversas familias y órdenes de macroinvertebrados acuáticos lo cual han permitido identificar los tipos de macroinvertebrados acuáticos que se encuentran presentes en los diversos documentos analizados, los macroinvertebrados acuáticos han permitido conocer la calidad del recurso hídrico y determinar si el agua cumple con lo establecido en las normas de calidad del agua.

#### 4.3. Identificar los índices biológicos que se utilizan en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos utilizando macroinvertebrados.

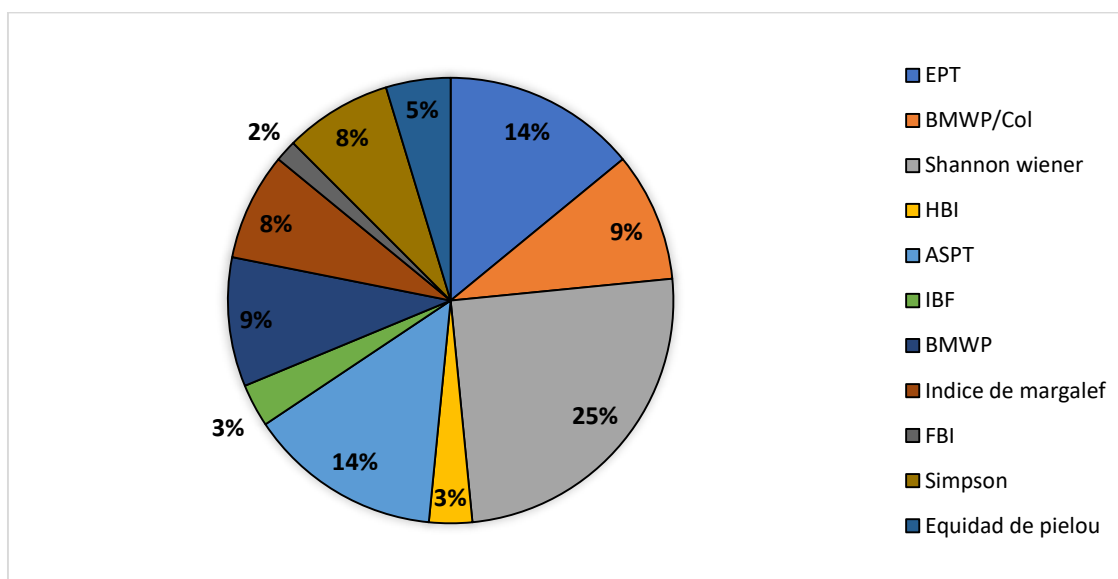
**Tabla 4.** *Índices biológicos en el monitoreo de recursos hídricos.*

<b>Autor</b>	<b>País</b>	<b>Tipo de índice</b>
(Dhodyal, et al. 2021)	Polonia	EPT
(Machado, et al. 2018)	Ecuador	BMWP/Col, EPT
(Bao, et al. 2020)	Uruguay	Shannon Wiener
(Iyila y Ansiedu, 2020)	Ghana	Shannon Wiener
(Sekhar, 2022)	Etiopia	Índice Biótico de Hilsenhoff (HBI), ASPT
(Bytscy, et al. 2018)	Macedonia	Shannon Wiener
(Mendez, et al. 2021)	Ecuador	Índice Biótico de Familias (IBF)
(Aazami, et al. 2018)	Bélgica	BMWP/ASPT
(Sweeney, et al. 2020)	Perú	EPT
(Utami y Fajar, 2021)	Estados unidos	Shannon-Wiener, BMWP-ASPT
(Shimba, et al. 2018)	Tanzania	Shannon-Weiner
(Anyanwu, et al. 2019)	Nigeria	Shannon Wiener, índice de margalef
(Misganaw, 2018)	Ethiopia	FBI
(Banagar, et al. 2018)	Irán	Índice Biótico de Hilsenhoff (HBI), Shannon Wiener, ASPT.
(Appalasamy, et al. 2018)	Malasya	(BMWP), EPT
(Foomani, et al. 2020)	Iran	Shannon Wiener, Simpson, índice de riqueza de Margalef.
(Kohmann, et al. 2021)	Costa Rica	BMWP
(Noorazhan y Abas, 2021)	Malasya	Shannon-Weiner, EPT
(Valbuena y Gualtero, 2021)	Colombia	BMWP, ASPT
Oliveros, 2018	Colombia	Shannon-Weiner, Simpson
(Bozoki, et al. 2018)	Hungria	EPT
(Lopez, et al. 2019)	Colombia	BMWP/Col, ASTP, IBF, EPT/ Shannon Weaver, dominancia de Simpson, diversidad de Margalef y Menhinick
(Murillo, et al. 2018)	Colombia	BMWP/Col, EPT, ASPT

(Pauline, et al. 2018)	Ecuador	BMWP/Col, índices de diversidad de Margalef (DMg), Shannon-Wiener (h') y de equidad de Pielou (j')
(Guerrero y Urdanigo, 2020)	Ecuador	BMWP-Cr, Shannon-Weaver, Simpson
(Rocha y Cuellar, 2018)	Colombia	Shannon-Weaver (H'), Simpson (D) y Pielou (J')
(Rodrigo y Restrepo, 2021)	Colombia	BMWP, ASPT y EPT
(Canales, et al. 2022)	Perú	Shannon-Wiener, Margalef y Equidad de Pielou, WWMBI
(Montoya y Escobar, 2019)	Colombia	BMWP-Col, ETP

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 04, se muestra los diversos tipos de índices biológicos utilizados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, se han utilizado los siguientes índices biológicos como BMWP/Col, EPT, Shannon-Wiener, BMWP-ASPT, Índice Biótico de Familias (IBF), Margalef, Equidad de Pielou, WWMBI, Simpson, etc.

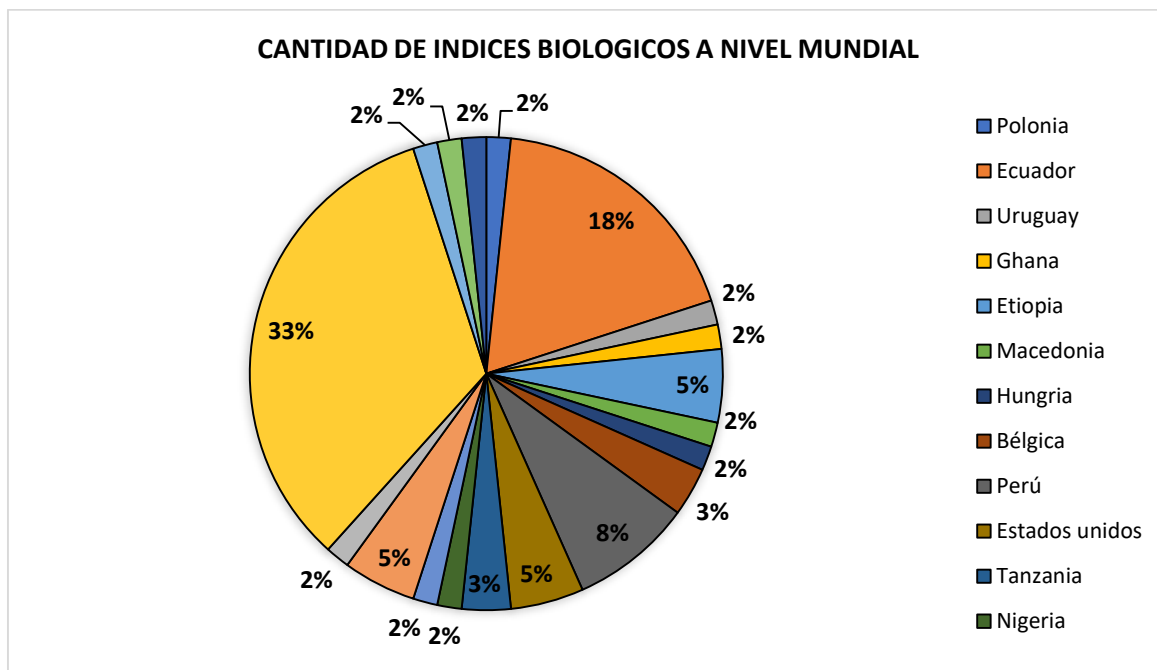


**Figura 6:** Frecuencia de los índices biológicos utilizados.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6, se muestra la frecuencia en la que ha sido utilizado los índices biológicos, el índice Shannon Wiener se utilizó con un 25% de frecuencia, en el mismo ámbito se ubica el índice biológico EPT y ASPT con una frecuencia del 14%, seguidamente se ubica los índices biológicos BMWP y BMWP/col con una frecuencia del 9% en cada índice mencionado; posteriormente a ello se ubica el índice biológico Índice de Margalef y Simpson con una frecuencia del 8% en cada índice, dentro del mismo ámbito se encuentran los índices biológicos HBI y

IFB con una frecuencia del 3%; finalmente se encuentra el índice biológico FBI con una frecuencia del 2%.



**Figura 7:** Cantidad de índices biológicos a nivel mundial.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7, se muestra los índices biológicos a nivel mundial, en países como Ghana se han logrado encontrar un total de 33% de índices biológicos, en Ecuador se encontraron un total de 18% de índices biológicos, en Perú se han encontrado un total de 8% de índices biológicos, en Ethiopia, Estados Unidos, Irán se encontraron un total de 5% de índices biológicos para cada país; seguidamente en países como Bélgica y Tanzania se encontraron un total del 3% de índices biológicos para cada países y finalmente es países como Polonia, Uruguay, Ghana, Macedonia, Hungría, Nigeria, Ethiopia, Malasia, Irán, Costa Rica y se encontraron un 2% de índices biológicos para cada países.

**4.3. Identificar los parámetros físicos, químicos considerados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.**

**Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos en el monitoreo de los recursos hídricos.**

<b>Autor</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH</b>	<b>Conductividad (µS)</b>	<b>OD (mg/l)</b>	<b>Turbidez (UNT)</b>	<b>DBO5 (mg/l)</b>	<b>DQO</b>	<b>Dureza (mg/l)</b>	<b>Sodio</b>	<b>Potasio</b>	<b>Nitrato(mg/l)</b>	<b>Alcalinidad</b>	<b>TDS</b>
(Dhodyal, et al. 2021)	11.98			6.5				182.85	1.43	1.096	0.11	36.56	20.31
(Berosa, et al. 2019)		2.29		2.3	2.29	0.9		0.63					
(Machado, et al. 2018)	23.2	6.2	4.4	6.8	2.9	5	8						
(Bao, et al. 2020)	26.57		163.67	4.20									
(Iyila y Ansiedu, 2020)	26.01	7.82		5.05			29.53				4.40		
(Bytscy, et al. 2018)	10.4	8.3	296.9	8.6		12.4	4.2						
(Aazami, et al. 2018)	21.57	7.59		5.81	0.27	13.45				0.19	9.29		
(Shimba, et al. 2018)		9.35	5042.00	2.49	1068.50								
(Banagar, et al. 2018)	14.75	7.93	532.75		580.78								
(Appalasamy, et al. 2018)	26.04	6.49	0.04	7.49	1.95								
(Foomani, et al. 2020)	23	6.71	2820	6.5				1020			3.766		1308

(Noorazhan y Abas, 2021)		6.8		2.71		0.34	13		0.05	46	
(Villanueva, et al. 2021)	24.84		115.71	8.21					0.29		
(Lopez, et al. 2019)	22.46	9.00	403.82	8.91	56.54	1.520		103.90	1.78	161.21	16.01
(Huanachin y Huamantico, 2018)	25.1	7.6	37.4	6.22							25.8
(López, et al. 2019).	12.3	7.22		2.03	10.1						
(Pauline, et al. 2018)	24.9	7.31		89.7							22.5
(Guerrero y Urdanigo, 2020)	31.7	7.8	70.8	8.1							31.5
(Rocha y Cuellar, 2018)	18.4	6.70	65.2	6.5					5.2		
(Ramírez, Giraldo, et al. 2018)		15.0	7.525	75.5	7.355	6.265	2.25	31.75	0.23	45	15.5
(Montoya y Escobar, 2019)	19.7	7.1	46.2	5.2	34.6		50		1.9	44.6	43.3

Fuente: Elaboración propia

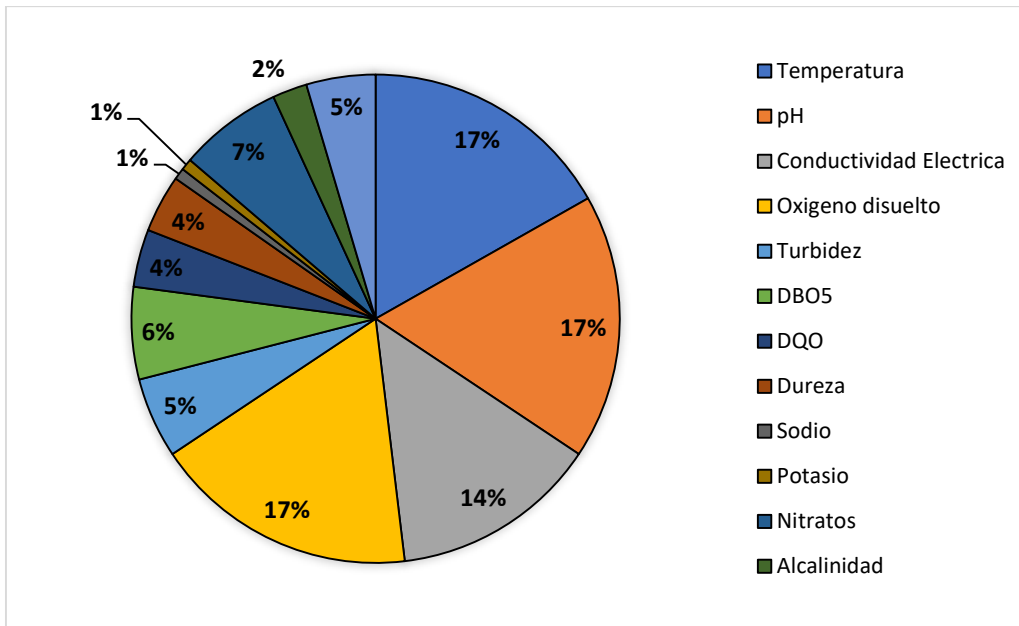
En la tabla N° 5, se muestra los parámetros fisicoquímicos, que han sido analizados en el monitoreo de los recursos hídricos, en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos se han identificado los siguientes parámetros temperatura, pH, conductividad eléctrica, Oxígeno Disuelto, Turbidez, Demanda biológica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, dureza, potasio, sodio, potasio, nitratos, alcalinidad, sólidos disueltos totales, etc. los cuales han sido determinantes para conocer la calidad del recurso hídrico.

**Tabla 6.** Promedio del monitoreo de los parámetros de los recursos hídricos

<b>Parámetros del monitoreo de los recursos hídricos</b>	<b>Promedio</b>
Temperatura (°C)	21
pH	7.21
Conductividad (uS)	691.03
Oxígeno disuelto (mg/l)	10.03
Turbidez (NTU)	176.42
DBO <sub>5</sub>	5.12
DQO	20.95
Dureza (mg/l)	267.83
Sodio	1.43
Potasio	0.64
Nitratos	2.70
Alcalinidad	71.84
TDS	27.62

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla N° 6, se muestra el promedio de los diversos parámetros físico químicos de los monitoreos, realizados a las diversas cuerpos de agua en los cuales se ha evidenciado que el promedio de la temperatura ha sido 21°C; el pH ha sido de 7.21; la conductividad eléctrica ha sido de 691.03uS; en lo referente al oxígeno disuelto fue de 10.03 mg/l, la turbidez fue de 1.6 NTU; la demanda biológica de oxígeno fue de 5.12, la demanda química de oxígeno fue de 20.95; la dureza se encontraba 267.83 mg/l; el sodio fue de 1.43 y el potasio fue de 0.64; los nitratos fueron 2.70; la alcalinidad fue de 71.84 y los TDS fue de 27.62.



**Figura 8:** *Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.*

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 8, se muestra la cantidad de parámetros fisicoquímicos analizados, en relación al pH y el oxígeno disuelto se han encontrado que en 56 documentos se analizado este parámetro equivalente al 17% por cada parámetro analizado, en el mismo ámbito se ubica la temperatura con 22 documentos analizados equivalente al 16%,seguidamente se encuentra la conductividad eléctrica con 18 documentos analizados equivalente al 14%, en el mismo contexto encontramos a los nitratos con 9 documentos analizados equivalente al 7%; por otro lado encontramos a la DBO<sub>5</sub> con 8 documentos analizados equivalente al 6%;respecto a la TDS se analizó 6 documentos equivalente al 5%; en lo concerniente al DQO y dureza se encontró 10 documentos equivalente al 8%; finalmente encontramos al sodio y el potasio con 1 documento analizado equivalente al 2%.



Respecto a la identificación de las familias de los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, se evidencia que en la investigación de Dhodiyal et al. (2021), los macroinvertebrados acuáticos son una parte indispensable en el monitoreo de los recursos hídricos, se utilizan de forma repetitiva para la evaluación de la salud acuática desde el surgimiento de la revolución industrial. Varios estudios muestran que su presencia y ausencia son indicadores de la salud acuática, esta idea se contrasta con los aportes de Berosa, et al. (2019), donde menciona que el monitoreo del agua se ha vuelto particularmente importante debido a la creciente actividad humana que a menudo conduce al deterioro de la calidad del agua, seleccionar los indicadores correctos para el monitoreo se ha vuelto esencial y, a menudo, la tarea más desafiante de los estudios ambientales.

Por otro lado, según los aportes de Lyila y Ansiedu (2020) afirma que la calidad del agua se rige por factores que influyen en la composición, diversidad, estabilidad, producción y condiciones fisiológicas de las poblaciones autóctonas de flora y fauna en un cuerpo de agua, esta afirmación se contrasta con los aportes de Sekhar (2022), donde menciona que los macroinvertebrados acuáticos son excelentes indicadores de los impactos humanos, especialmente la contaminación, es por ello que la estructura de las comunidades acuáticas refleja condiciones ecológicas, incluida la heterogeneidad del hábitat y la calidad del agua, es así que las comunidades de invertebrados acuáticos son grandes indicadores de degradación o restauración ambiental, en ese contexto los macroinvertebrados acuáticos reflejan las condiciones que se encuentra el recurso hídrico.

Berosa, et al (2019), estableció que las diversas especies de macroinvertebrados acuáticos están influenciados por los impactos humanos y para asegurar los beneficios tanto para los humanos como para el medio ambiente, se debe comprender la distribución de los organismos en los diversos sistemas acuáticos, esta idea se contrasta con los aportes de Lyila y Ansiedu (2020), donde afirma que para determinar los macroinvertebrados acuáticos se debe conocer cuáles son las especies predominantes en un determinado tipo de agua, para lo cual se

debe recurrir a una evaluación exhaustiva de las condiciones del recurso hídrico por medio de macroinvertebrados acuáticos.

De acuerdo con los aportes de Bytcy, et al. (2018), las comunidades de los macroinvertebrados se han convertido en un representante apropiado de las comunidades de biodiversidad acuática para proporcionar una medición integrada en el tiempo de las características de los ecosistemas acuáticos. Los cambios en un gradiente ambiental dentro de los cuerpos de agua pueden influir en la variación de la riqueza de los taxones acuáticos y su abundancia debido a la disponibilidad de diferentes fuentes de alimentos, esta idea se contrasta con los aportes de Utami y Fajar (2021), donde estableció que los programas de monitoreo que utilizan macroinvertebrados procesan y examinan rutinariamente métricas únicas dirigidas a diferentes facetas de los ensamblajes comunitarios, como la riqueza taxonómica, diversidad taxonómica; resúmenes de gremios de respuesta ecológica ; abundancia comunitaria y la diversidad funcional de los macroinvertebrados acuáticos.

Referente a los índices biológicos que se utilizan en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos utilizando macroinvertebrados, se evidenció que en la investigación de Banagar, et al. (2018), la calidad del agua superficial es un tema importante en la supervivencia de los organismos acuáticos y se ha convertido en una preocupación ambiental importante en todo el mundo. Los ecosistemas fluviales se han visto cada vez más amenazados por diversas actividades antropogénicas en las últimas décadas lo cual supone un riesgo para las diversas especies que habitan en este tipo de ecosistemas acuáticos, este aporte se contrasta con las ideas de Abubakar, et al. (2017), donde menciona que un ecosistema acuático, la biota acuática depende estrechamente de las condiciones físicas, características químicas y biológicas del agua que actúan directamente como factor de control. Entre ellos, las comunidades bentónicas (macroinvertebrados) forman parte integral de un ecosistema acuático, ya que forman una porción importante de la biota total en los sistemas léntico y lótico.

Shimba, et al. (2018), pone en manifiesto que las especies de macroinvertebrados acuáticos corren un mayor riesgo de extinción debido a la degradación del hábitat como consecuencia de las abrumadoras actividades

humanas (es decir, la industrialización invasiva, la agricultura y el desarrollo urbano) estas actividades han conllevado a generar problemas en los recursos hídricos, visto de ese modo, Appalasamy, et al. (2018), encontró que el tipo de hábitat fluvial podría predecir la composición taxonómica presente en un hábitat específico. La distribución de los insectos acuáticos presentes en un hábitat específico está determinada por factores como el pH, la elevación, el tipo de sustrato y la profundidad del agua lo cual es fundamental para determinar la calidad del recurso hídrico.

Referente a los parámetros físicos, químicos considerados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, se evidencia según Dhodiyal, et al. (2021), que El oxígeno disuelto variaba de 7,655 a 7,7 mg/l; La dureza total oscila entre 160,095 y 206,59; los valores de potasio oscilaba entre 1,02 y 1,11; La alcalinidad varía de 33,75 y 41,25; los TDS es varía de 20 - 20,5; , la temperatura del agua varía de 11,5 a 12,5 estos resultados permite contrastarlo con los aportes de (Berosa, et al. 2019), donde encontró que los valores de DBO5 varían entre 0.9-36 mgL-1, respecto al oxígeno disuelto se encuentra en valores de 0,9 a 3 mg/l ; el fosfato total se encuentra en valores de 0,4 a 0,5 mg/l; respecto al amoniaco se encuentra en valores de 0 a 057 mg/l; en lo concerniente a la dureza se encuentra de 0,38 a 1.3 mg/l, en lo referente a la turbidez oscila entre 0.93 a 4.28 NTU.

Según los aportes de (Abubakar, et al. 2017), encontró que en el monitoreo de los recursos hídricos la temperatura mínima fue de 3°C mientras que la máxima fue de 25.5 °C; respecto al Ph el mínimo fue de 6.9 y el máximo fue de 8; en lo concerniente al oxígeno disuelto el mínimo fue 4 mg/l y el máximo fue 8.5 mg/l; referente a la alcalinidad el mínimo fue de 98 mg/l y el máximo 197 mg/l; el fósforo total se encontró en un valor mínimo de 301 ug/l y el máximo fue de 655 ug/l; el nitrógeno amoniacal arrojó 100ug/l como mínimo y el máximo fue 292 ug/l, esta idea se contrasta con los aportes de (Noorazhan y Abas, 2021), donde encontró que la concentración de OD osciló entre 1,93 y 5,24 mg/L, la DBO osciló entre 0,32 y 0,37 mg/L, la DQO osciló entre 0 y 23 mg/L, el NH<sub>3</sub>-N osciló entre 0 y 0,18 mg/L, TSS osciló entre 4 y 66 mg/L, y el pH osciló entre 6,45 y 7,40.

(Pauline, et al. 2018), El comportamiento del pH en las tres estaciones (E1, E2 y E3) fue relativamente bueno, con un valor mínimo de 7.31 para la E3 y un máximo de 7.34 para la E1 y la E2, Los valores de conductividad eléctrica en la E1 fueron favorables con un valor de 42.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; Los sólidos disueltos totales (sdt) registraron un comportamiento bueno para las tres estaciones y presentaron poca variabilidad. En la E1 fue de 12 mg/L, en la E2 de 18,4 mg/L y en la E3 de 22,5 mg/L, La saturación de oxígeno disuelto (od) registró datos por encima del 80% para la E3 con un valor de 89.,7; en las E1 y E2 registró datos de saturación con un valor de 93.4 y 98.3, respectivamente.

## **V. CONCLUSIONES**

Los macroinvertebrados identificados en el monitoreo de los recursos hídricos han sido los siguientes: Trichoptera y Ephemeroptera hubo un predominio del 21% en cada orden; en el orden díptera hubo un predominio del 20%; en el orden Coleoptera hubo un predominio del 12%; en el orden Hemiptera y Odonata hubo un predominio del 6%, en el orden Gastropoda hubo un predominio del 4%, en el orden Arthropoda, Insecta, Decápoda hubo un predominio del 2%; la presencia de estos macroinvertebrados han permitido conocer la calidad del recurso hídrico monitoreado.

Respecto a las familias de los macroinvertebrados acuáticos se han identificado diversas familias entre las que podemos mencionar: Baetidae, Epheméridos, Heptageniidae, Athericidae, Quironómidos, Simuliidae, Tipulidos, Leptophlebiidae, Chironomidae, Gripopterygiidae, Nolonemouridae, Perlidae, Diamphipnoidae, Aeshnidae, Calopterygidae, Gomphidae, Dytiscidae, Elmidae, Hydraenidae, Hidropsíquidos, Ecnomidos, Hirudinea, Hydracarinae, Pisauridae, Dytiscidae, Heptageniidae, Haliplidae, Gerridae, Notonectida, Velidae, Platysticidae, Quironómidos, Tipulidos, Oligochaeta, Ampullariidae, Hygrophila, Planorbidae, Rhynchobdellida, etc.

En lo referente a los índices biológicos estos índices han sido utilizados con la siguiente frecuencia: índice Shannon Wiener se utilizó con un 25% de frecuencia, índice biológico EPT y ASPT, se utilizó con un 14% de frecuencia, los índices biológicos BMWP y BMWP/col se utilizaron con una frecuencia del 9% en cada índice, índices biológicos de Margalef y Simpson se utilizaron con una frecuencia del 8% en cada índice, los índices biológicos HBI y IFB se utilizaron con un 3% de frecuencia; finalmente se encuentra el índice biológico FBI el cual se utilizó con un 2% de frecuencia.

Los resultados del monitoreo de los recursos hídricos fueron los siguientes: la temperatura fue de 21°C; el pH fue de 7.21; la conductividad eléctrica fue de 691.03  $\mu$ S; el oxígeno disuelto fue de 10.03 mg/l, la turbidez fue de 176.42 NTU; la demanda biológica de oxígeno fue de 5.12, la demanda química de oxígeno fue de 20.95; la dureza se encontraba 267.83 mg/l; el sodio fue de 1.43 y el potasio fue de 0.64; los nitratos fueron 2.70; la alcalinidad fue de 71.84 y los TDS fue de 27.62.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar el monitoreo de los recursos hidricos por medio de los macroinvertebrados acuaticos ya que es una manera eficaz de determinar si el agua se encuentra en condiciones saludables o se encuentra con altos indices de contaminacion.
- Realizar el monitoreo de los recursos hidricos en diversas estaciones del año, con el objetivo de conocer las especies acuaticas que predominan en cada estacion y determinar la cantidad de macroinvertebrados acuaticos presentes en los puntos de muestreo donde se ha realizado el monitoreo de los recursos hidricos.
- Evaluar la mayor cantidad de parametros fisicoquimicos con el objetivo de conocer la calidad del recurso hidrico, ya que si evalua la mayor cantidad de parametros fisicoquimicos se tendra un mejor idea de calidad y de las especies de macroinvertebrados acuaticos que habitan en los cuerpos de agua.
- Utilizar la mayor cantidad de indices biologicos en el monitoreo de los recursos hidricos, ya que utilizar los indices biologicos permitira obtener informacion mas confiable sobre cual es la calidad de los recursos hidricos.



## REFERENCIAS

- Aazami, J., Maghsodlo, H., Mira, S., & Valikhani, H. (2020). Health evaluation of riverine ecosystems using aquatic macroinvertebrates: a case study of the Mohammad-Abad River, Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology* volume, 17, 2637–2644. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-020-02658-4>
- Aazami, J., Moradpour, H., Zamani, A., & Kianimehr, N. (2018). Ecological quality assessment of Kor River in Fars Province using macroinvertebrates indices. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(11), 6935-6944. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-018-2107-y>
- Abubakar, A., Ahmad, A., & Rizwana, B. (2017). Macro-Invertebrates (Annelida; Oligochaeta) As Bio-Indicator of Water Quality under Temperate Climatic Conditions. *International journal of pure apoliend bioscience*, 6(1), 726-737. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Adnan-Abubakr/publication/323820455\\_Macro-Invertebrates\\_Annelida\\_Oligochaeta\\_As\\_Bio-Indicator\\_of\\_Water\\_Quality\\_under\\_Temperate\\_Climatic\\_Conditions/links/5e58aa6892851cefa1ca08b3/Macro-Invertebrates-Annelida-Oligochaeta](https://www.researchgate.net/profile/Adnan-Abubakr/publication/323820455_Macro-Invertebrates_Annelida_Oligochaeta_As_Bio-Indicator_of_Water_Quality_under_Temperate_Climatic_Conditions/links/5e58aa6892851cefa1ca08b3/Macro-Invertebrates-Annelida-Oligochaeta)
- Allan, G. (2020). *Development of a rapid bioassessmet for water quality monitoring in the belize river watershed*. Estados Unidos: Submitted to the School of Graduate Studies at Appalachian State University. Obtenido de [https://libres.uncg.edu/ir/asu/f/Buckner\\_Grant\\_August%202020\\_Thesis.pdf](https://libres.uncg.edu/ir/asu/f/Buckner_Grant_August%202020_Thesis.pdf)
- Anyanwu, E., Okorie, M., & Odo, S. (2019). *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 31(5), 9-17. Obtenido de <http://zancojournals.su.edu.krd/index.php/JPAS/article/view/2729>
- Anyanwu, E., Okorie, M., & Odo, S. (2019). *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*, 31(5), 9-17. Obtenido de <http://zancojournals.su.edu.krd/index.php/JPAS/article/view/2729>
- Appalasamy, S., Arugugam, Nivaarani, Sukri, S., & Aweng, R. (2018). Physico-chemical water quality and macroinvertebrate distribution along Sungai Asah in Pulau Tioman, Johor, Malaysia. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 40(6), 1265-1270. Obtenido de <http://rdo.psu.ac.th/sjst/journal/40-6/5.pdf>

- Arias, J. (2020). *proyecto de tesis guía para la elaboracion*. Arequipa. Obtenido de [https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales\\_ProyectoDeTesis\\_libro.pdf](https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf)
- Arimoroa, F., Keke, U., & Abubakar, M. (2021). Achieving sustainable river water quality for rural dwellers by prioritizing the conservation of macroinvertebrates biodiversity in two Afrotropical streams. *Environmental and Sustainability Indicators*, 10(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972721000040>
- Balmaceda, J. (2019). Calidad de agua y diversidad de macroinvertebrados acuáticos del río Huancabamba en el tramo presa El Limón, Lambayeque – Perú. *Revista Ciencia NorAndina*, 2(1). Obtenido de <http://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/view/70>
- Banagar, B., Riazi, B., Rhmani, H., & Naderi, M. (2018). Monitoring and assessment of water quality in the Haraz River of Iran, using benthic macroinvertebrates indices. *Springer lite*, 73(1), 1-10. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.2478/s11756-018-0107-5>
- Bao, I., Martinez, S., Cadenazzi, M., Urrutia, M., Seijas, L., & Castiglioni, E. (2020). Aquatic macroinvertebrates in Uruguayan rice agroecosystem. *Biodiversity Data Journal*, 9(1), 1-18. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7952373/>
- Berosa, F., Calderon, V., Sanchez, R., Sarzosa, M., & Matyas, B. (2019). A Study of biodeversity and water qualitynby analysing aquatic macroinvertebrates in the Pasochoa wildlife refuge, Ecuador. *Appl Ecol Environ Res*, 17(2), 4949-4956. Obtenido de [https://aloki.hu/pdf/1702\\_49494956.pdf](https://aloki.hu/pdf/1702_49494956.pdf)
- Best, J., & Darby, S. (2020). The Pace of Human-Induced Change in Large Rivers: Stresses, Resilience, and Vulnerability to Extreme Events. *One Earth*, 6(19), 510-514. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332220302578>
- Birara, M., Agembe, S., Kiprotich, C., & Minwyelet, M. (2022). Impacts of Anthropogenic Activities on the Benthic Macroinvertebrate Assemblages During the Wet Season in Kipsinende River, Kenya. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(6), 1-10. Obtenido de <https://www.trjfas.org/abstract.php?lang=en&id=14895>

- Bozoki, T., Agnes, E., Cserca, A., Varbirio, G., & Boda, P. (2018). Temporal and spatial dynamics in aquatic macroinvertebrate communities along a small urban stream. *Ciencias ambientales de la tierra*, 77(15), 1-10. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-018-7735-5>
- Bueñano, M., Vasquez, C., Zurita, H., Parra, G., & Perez, R. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, Provincia de Tungurahua, Ecuador. *Intropica*, 1(1), 41-49. Obtenido de <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/2405>
- Bytcy, P., Etemi, Z., Ismaili, M., Shala, S., Serbinovski, M., Cadraku, H., & Fetoshi, O. (2018). Biomonitoring of water quality or river nerodine based on physicochemical parameters and macroinvertebrates. *Rasayan J chem*, 11(2), 554-568. Obtenido de <https://www.researchgate.net/profile/Shkumbin-Shala/project/BIOMONITORING-OF-WATER-QUALITY-OF-RIVER-NERODIME-BASED-ON-PHYSICO-CHEMICAL-PARAMETERS-AND-MACROINVERTEBRATES/attachment/5ac371f5b53d2f63c3c399d0/AS:611306071662592@1522758133110/download/Punimi+Sh>
- Campos, J. (2018). Investigación cualitativa: el sempiterno desequilibrio entre tendencias generalizadoras y particularizadoras en la explicación de la realidad. *Revista Educaci*, 3(2), 62-67. Obtenido de [https://repositoriodigital.uct.cl/bitstream/handle/10925/2203/Campos\\_EDUCADI\\_2018\\_3\(2\)\\_62-76.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriodigital.uct.cl/bitstream/handle/10925/2203/Campos_EDUCADI_2018_3(2)_62-76.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Canales, H., Cabrera, C., & Arana, J. (2022). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, Callao. *Rev. Inst. Investlg. Fac. mInasmetal. clenc. geogr*, 25(49), 295-301. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/23013/18267>
- Chen, W., Hao, X., Yan, Lu, Liu, J., He, C., . . . Xu, X. (2021). *Wireless Communications and Mobile Computing*, 1(1), 1-16. Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/wcmc/2021/1609612/>
- Custodio, M., Chaname, F., Pizarro, S., & Cruz, D. (2018). Quality of the aquatic environment and diversity of benthic macroinvertebrates of high Andean wetlands of the Junín region, Peru. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(1), 195-202. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428518300505>

- Devitt, T., Marie, D., & Johnson, P. (2018). Parasite richness and abundance within aquatic macroinvertebrates: testing the roles of host- and habitat-level factors. *Ecosfera*, 9(4). Obtenido de <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ecs2.2188>
- Dhodiya, A., Rawat, A., Rawat, A., & Sharma, A. (2021). A brief overview of the application of pollution monitoring indices on Amrit Ganga river, Uttarakhand, India. *International journal of fisheries and aquatic studies*, 9(1), 288-295. Obtenido de <https://www.fisheriesjournal.com/archives/2021/vol9issue1/PartD/8-6-15-872.pdf>
- Edegbene, A., Odume, O., & Arimoro, F. (2021). Identifying and classifying macroinvertebrate indicator signature traits and ecological preferences along urban pollution gradient in the Niger Delta. *Environmental Pollution*, 281. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749121006588>
- Fierro, P., Bertran, C., Mercado, M., Peña, F., Tapia, J., Hauenstein, E., & Vargas, L. (2022). Benthic macroinvertebrate assemblages as indicators of water quality applying a modified biotic index in a spatio-seasonal context in a coastal basin of Southern Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(1), 23-33. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/revbiolmar/v47n1/art03.pdf>
- Flores, G. (2021). *Relación Entre Sólidos totales y conductividad eléctrica*. Lima. Obtenido de <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/22908/Relaci%C3%B3n%20entre%20s%C3%B3lidos%20totales%20y%20conductividad%20el%C3%A9ctrica.pdf?sequence=3>
- Foomani, A., Gholizadeh, M., Harsij, M., & Salavatian, S. (2020). River health assessment using macroinvertebrates and water quality parameters: A case of the Shanbeh-Bazar River, Anzali Wetland, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(5), 2274-2292. Obtenido de [https://jifro.areeo.ac.ir/article\\_122380.html](https://jifro.areeo.ac.ir/article_122380.html)
- Forero, A., Gutierrez, C., & Reinoso, G. (2017). Composición y estructura de la familia Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) en una cuenca andina colombiana. *Hidrobiología*, 26(3), 359-474. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v26n3/0188-8897-hbio-26-03-00459.pdf>

- Freemana, B., Scholera, M., & Ruiz, V. (2018). Climate change causes upslope shifts and mountaintop extirpations in a tropical bird community. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 115(47), 11982-11987. Obtenido de <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1804224115>
- Garcia, S., Arguello, A., & Parra, R. (2019). Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal. *Innova research journal*, 4(2), 59-71. Obtenido de <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/909/1510>
- Guerrero, C., & Urdanigo, J. (2020). Estructura de macroinvertebrados acuáticos y su relación con usos de suelo en la cuenca alta del río Quevedo. *Revista de ingeniería e innovación*, 9(2), 68-81. Obtenido de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2427>
- Guerrero, T., Salazar, J., & Paredes, J. (2018). Eficiencia de un sedimentador laminar y convencional para eliminar solidos. *Rev Soc Quím Perú*, 84(3), 336-349. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v84n3/a07v84n3.pdf>
- Guevara, A., Obando, W., & Segura, F. (2019). *la gestion de la calidad del agua en el Peru*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/166034/La%20gestion%20de%20la%20calidad%20de%20aguas%20WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hassan, Y. (2019). Benthic macroinvertebrates diversity as biondicator of water quality of Nasarawa reservior katrsian satate Nigeria. *Bayero journal of pure and applied sciences* , 449-456. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/194769-Article%20Text-492668-1-10-20200416.pdf>
- Hernandez, R. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Mexico. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huanachin, A., & Huamantico, A. (2018). Composición y estructura de la comunidad de coleópteros acuáticos (Insecta: Coleoptera) a lo largo de un gradiente altitudinal, Cusco, Perú. *Revista peruana de biología*, 25(2), 131-140. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/13818/12881>
- Iyila, A., & Ansiedu, B. (2020). Benthic Macro-Invertebrates as Indicators of Water Quality in Ogunpa River, south.Western Nigeria. *Revista de africa occidental de*

- ecologia aplicada*, 28(1), 85-95. Obtenido de <https://www.ajol.info/index.php/wajae/article/view/199528>
- KAhoré, I., Queda, M., & Quédrago, S. (2018). Developing reference criteria for the ecological status of West African rivers. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(2). Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-017-6360-1>
- Kobenan, M., Adama, I., Konan, K., Diomande, D., & Ouattrra, A. (2018). Qualitative analysis of aquatic macroinvertebrates in lower comoe river (Côte d'Ivoire). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(2), 472-481. Obtenido de <https://www.fisheriesjournal.com/archives/2018/vol6issue2/PartF/6-1-89-558.pdf>
- Kohmann, B., Vasquez, D., Arroyo, A., & Springer, M. (2021). Taxonomic and Functional Diversity of aquatic macroinvertebrate assemblages and water quality in rivers of the dry tropics of Costa Rica. *Frontiers in environmental science*, 9(1), 1-19. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.660260/full>
- Krisanti, M., Maknuun, L., Anzani, Y., Yuwono, A., Widyastuti, R., Wardiatno, Y., & Wulandari, D. (2020). A comparative study on macroinvertebrates community in three rivers of Jawa Island, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 13(2), 570-581. Obtenido de <https://www.proquest.com/docview/2394932673?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Kumper, E., Macleod, C., Stuart, K., Cock, A., Khush, R., & Peletz, R. (2020). From data to decisions: understanding information flows within regulatory water quality monitoring programs. *Clean water*, 3(13), 1-10. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41545-020-00084-0>
- Londoño, M., & Davahiva, B. (2020). Nitratos y nitritos, la doble cara de la moneda. *Revista de nutrición clínica y metabolismo*, 4(1), 1-15. Obtenido de [https://revistanutricionclinicametabolismo.org/public/site/202\\_Revision\\_Londono.pdf](https://revistanutricionclinicametabolismo.org/public/site/202_Revision_Londono.pdf)
- Lopez, E., Sedeño, J., Mendoza, E., Gomes, A., & Martinez, E. (2019). Water Quality and Macroinvertebrate Community in Dryland Streams: The Case of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (México) Facing Climate Change. *water*, 11(7), 1-23. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/7/1376/htm>

- Lopez, S., Huertas, D., Jaramillo, A., & Calderon, D. (2019). Aquatic macroinvertebrates as indicators of water quality of the Teusaca river (Cundinamarca, Colombia). *Ingenieria y desarrollo*, 37(2), 271-288. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612019000200269](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000200269)
- Machado, V., Granda, R., & Endara, A. (2018). Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano. *Enfoque UTE*, 9(4), 154-167. Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v9n4/1390-6542-enfoqueute-9-04-00154.pdf>
- Malakane, K., Bediako, A., & Kekana, M. (2020). benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in the blyde river of the olifants river system, South Africa. *Iheringia. Série Zoologia*, 100(1), 291-300. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/isz/a/SjncnwZ6C7SdCbPnSPxJPg/abstract/?lang=en>
- Mendez, P., Alvarez, B., Jaramillo, N., & Japa, J. (2021). Diversidad espacio-temporal de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua del río Yuquiapa. *Perfiles*, 1(25), 4-12. Obtenido de <https://perfiles.esPOCH.edu.ec/index.php/perfiles/article/view/108>
- Menendez, A. (2018). *Reduccion de la demanda quimica de oxigeno en lactosuero mediante el proceso Fenton*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7544/Men%C3%A9ndez\\_Escarcena\\_Alfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7544/Men%C3%A9ndez_Escarcena_Alfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Meza, R., & Gonzales, L. (2020). Elaboracion de un modelo neuronal artificial para la estimacion de la demanda bioquimica de oxigeno en aguas marinas. *Revista de investigacion agraria y ambiental*, 11(2), 147-156. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-ElaboracionDeUnModeloNeuronalArtificialParaLaEstim-7511948.pdf>
- Ministerio de agricultura. (2016). *protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hidricos superficiales*. Lima: Autoridad Nacional del agua. Obtenido de [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)



- Ministerio de Salud. (2016). *Vigilancia y control de la calidad del agua*. Lima: Instituto Nacional de Salud. Obtenido de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4516.pdf>
- Misganaw, S. (2018). Macroinvertebrates as indicators of the water quality of River Shinta, Gondar, Ethiopia. *Gestion sostenible de los recursos hidricos*, 5(3), 1-15. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s40899-018-0297-6>
- Montoya, Y., & Escobar, A. (2019). Los macroinvertebrados acuáticos y la calidad biológica del agua en una quebrada andina, Antioquia-Colombia. *Revista politecnica*, 15(19). Obtenido de <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1477>
- Mora, G., Medina, C., Polo, J., & Hora, M. (2020). Calidad del agua segun los macroinvertebrados bentonicos y parametros fisicoquimicos en la cuenca del rio Huacamarcanga ( La libertad, Peru) . *Revista de investigacion cientifica REBIOL*, 40(1), 85-98. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/2999/3327>
- Murillo, S., Mendoza, A., Restrepo, E., & Rodriguez, M. (2018). Utilización de macroinvertebrados acuáticos como herramienta para determinar la calidad del agua en la quebrada Santo Tomás, municipio de Pensilvania, Colombia. *Rev. Acad. Colomb*, 42(164), 212-220. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v42n164/0370-3908-racefn-42-164-00212.pdf>
- Noorazhan, M., & Abas, A. (2021). The determinant factors for macroinvertebrate assemblages in a recreational river in Negeri Sembilan, Malaysia. *Environ Monit Assess*, 193(7), 1-12. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-021-09196-7>
- Noreña, A., Alcaraz, N., Guillermo, J., & Rebolledo, D. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan*, 12(3), 263-274. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/aqui/v12n3/v12n3a06.pdf>
- Núñez, J., & Fragoso, P. (2020). uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la cuenca media del rio Guatapuri ( Valledupar, Colombia). *Informacion tecnologica*, 31(6), 207-216. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v31n6/0718-0764-infotec-31-06-207.pdf>
- Oliveros, J. (2018). *Diversidad de larvas del orden trichoptera (Insecta) en un gradiente altitudinal del rio Gaira, sierra Nevada de Santa Marta, Colombia*. Colombia:

- Universidad del Magdalena. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/270126217.pdf>
- Ovie, A. (2020). Potential menace posed by invasive grass and water quality deterioration on macroinvertebrates structural distribution in a dam in North-Western Nigeria. *Water Science*, 34(1), 75-84. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/11104929.2020.1751918>
- Pascual, G., Iannacone, J., & Alvarino, L. (2019). Macroinvertebrados bentónicos y ensayos toxicológicos para evaluar la calidad del agua y del sedimento del río Rímac, Lima, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4). Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172019000400005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172019000400005&script=sci_arttext)
- Pauline, J., Pimentel, G., Murcia, B., Chaves, L., & Acosta, L. (2018). Biodiversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados al Río Fragua Chorroso y su papel como bioindicador de calidad de agua. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(2), 130-137. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3222/2916>
- Ponce, J. (2019). *Evaluación de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos en principales zonas de contaminación de la Bahía Puno-Lago Titicaca*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16738/Ponce\\_Herrera\\_Fridian\\_Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16738/Ponce_Herrera_Fridian_Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Racchumi, R. (2020). *Macroinvertebrados bentónicos y algunos parámetros físicos - químicos y microbiológicos de la laguna Imiria, Ucayali, Perú 2019*. Ucayali: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16790>
- Ramirez, Y., Giraldo, L., Zuñiga, M., Ramos, B., & Chara, J. (2018). Influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia. *Revista de biología tropical*, 66(3), 1244-1257. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n3/0034-7744-rbt-66-03-1244.pdf>
- Rocha, Z., & Cuellar, L. (2018). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en áreas restauradas de la quebrada La Colorada, municipio de Villa de Leyva, Colombia. *Revista científica de la facultad de ingeniería*, 11(1), 13-21. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/ojstdea,+1+13-21.pdf>

- Rodell, M., Famiglietti, J., Wiese, D., Reager, T., Beaudoin, H., & Landerer, F. (2018). Emerging trends in global freshwater availability. *Nature*, 557(1), pages651–659. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0123-1>
- Rodrigo, C., Pacheco, P., Orihuela, M., Piñeiros, M., & Cobo, E. (2018). *Guía de monitoreo participativo*. Ecuador. Obtenido de <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>
- Rodrigo, L., & Restrepo, G. (2021). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en dos ecosistemas lóticos en El Doncello, Caquetá. *Revista facultad de ciencias basicas*, 17(1), 57-71. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/5432>
- Rodriguez, A., Roldan, J., & Bopp, M. (2021). Macroinvertebrados bentonicos indicadores de calidad biologica del agua de lagunas altoandinas, La Libertad-Peru. *Revista de investigacion cientifica REBIOL*, 41(1), 91-101. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/3609/4285>
- Romero, D. (2019). *Analisis microbiologicos( coliformes totales y fecales), en aguas residuales generadas en puerto libertad que descargan en el estero Libertad*. Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Sanchez, E. (2018). *Determinacion de la contaminacion organica a traves de los macroinvertebrados bentonicos en un sector del rio Chotano, Distrito de Chota-2017*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31687/Sanchez\\_BE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31687/Sanchez_BE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Santillan, S., & Guerrero, A. (2018). Macroinvertebrados y fitoplancton como bioindicadores de contaminación en la cuenca del río Chicama, Perú. *Revista tecnologia en Marcha*, 31(4), 97-110. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822018000400097&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822018000400097&script=sci_arttext)
- Sekhar, P. (2022). Bioindicator Based Water Quality Assessment of Warbo and Dabo Streams in awash Catchment, dendi woreda, Etiophia. *Indian Journal of Ecology*, 49(2), 339-345. Obtenido de <https://www.ikppress.org/index.php/JOGEE/article/view/7298>

- Shan, M., Mushtaq, E., Tajamul, S., Sabha, I., Qayoom, U., & Ullah, S. (2020). Hydrobiological Study of Aripal Stream in Tral Kashmir Valley. *J. Himalayan Ecol. Sustain. Dev.*, 15(1), 126-147. Obtenido de <http://envirsc.uok.edu.in/Files/ab1ac1f1-07e3-42a2-85bc-83717ef39155/Journal/e3c0bf23-4c2e-4363-bd74-b83d1a0bcae6.pdf>
- Shimba, M., Mkude, I., & Ekow, F. (2018). Impacts of waste on macroinvertebrate assemblages of Msimbazi River, Tanzania. *Academia journals*, 10(2), 106-116. Obtenido de <https://academicjournals.org/journal/IJBC/article-full-text-pdf/79DF43F55541>
- Singh, S., & Sharma, R. (2020). Monitoring of benthic macro invertebrates as bio indicator for assessing the health of the high altitude wetland Dodi Tal, Garhwal Himalaya, India. *Biodiversidad Int J*, 4(4), 164-173. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Sushma-Singh-8/publication/344099717\\_BIJ-04-00180\\_1\\_Monitoring\\_of\\_benthic\\_macroinvertebrates\\_as\\_bioindicator\\_for\\_assessing\\_the\\_health\\_of\\_the\\_high\\_altitude\\_wetland\\_Dodi\\_Tal\\_Garhwal\\_Himalaya\\_India/links/5f573e32299bf13a3](https://www.researchgate.net/profile/Sushma-Singh-8/publication/344099717_BIJ-04-00180_1_Monitoring_of_benthic_macroinvertebrates_as_bioindicator_for_assessing_the_health_of_the_high_altitude_wetland_Dodi_Tal_Garhwal_Himalaya_India/links/5f573e32299bf13a3)
- Stein, H., & Kohlmann, B. (2018). Comparison of two sampling methods for biomonitoring using aquatic macroinvertebrates in the Dos Novillos River, Costa Rica. *Science Direct*, 34(1), 267-275. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092585740700136X>
- Stolper, D., & Keller, B. (2018). A record of deep-ocean dissolved O<sub>2</sub> from the oxidation state of iron in submarine basalts. *nature*, 553(7688), 323-327. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/nature25009>
- Sweeney, B., Battle, J., Funk, D., Flowers, W., Gonzales, T., Huamantico, A., . . . Arnold, M. (2020). Evaluating water quality for Amazonian streams along the Interoceanic Highway in Peru using macroinvertebrates collected by hand and with leaf packs. *Limnologia*, 81(1), 1-31. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0075951119301252>
- Utami, S., & Fajar, E. (2021). Exploration of Aquatic Macroinvertebrates as a Bioindicator of Water Quality in Nogosari River, Pacitan Regency. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 1(1), 91-98. Obtenido de <https://www.atlantis-pess.com/proceedings/icetech-21/125968161>

- Valbuena, R., & Gualtero, D. (2021). Macroinvertebrados acuáticos (Animalia: Invertebrata) del área de influencia de la estación Hidroeléctrica El Quimbo, Huila, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 25(1), 16-31. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682021000100015&script=sci\\_arttext&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682021000100015&script=sci_arttext&lng=en)
- Velthof, G., Kistenkas, F., Groenendijk, P., & Oenema, O. (2018). Wettelijk instrumentarium voor landbouwmaatregelen om waterkwaliteit te verbeteren. *Realisatie van nutriëntendoelstellingen uit de Kaderrichtlijn Water*, 1(1), 1-120. Obtenido de <https://edepot.wur.nl/449400>
- Villanueva, J., Tamariz, C., & Serna, D. (2021). Larvas de Trichoptera en un gradiente altitudinal en un río neotropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 493-506. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v44n171/0370-3908-racefn-44-171-493.pdf>
- Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 35(2), 1-10. Obtenido de <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2018.v35n2/304-308/>
- Wet, C., & Odume, N. (2019). Developing a systemic-relational approach to environmental ethics in water resource management. *Environmental Science & Policy*, 93(1), 139-145. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901118301886>
- Ynofuente, L., & Flores, M. (2020). *Uso de coagulantes naturales como alternativas de reducción de la turbidez. una revision.* Lima: Universidad Peruana union. Obtenido de [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3297/Lizbeth\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3297/Lizbeth_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)


## **ANEXOS**

## Anexo 1: Categorías, Subcategorías y matriz de categorización.

Problema general	Problemas específicos	Objetivo general	Objetivos específicos	Categorías	Subcategoría	Unidad de análisis
¿Cuáles son los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos?	1. ¿Cuáles son las familias de los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos?	Identificar los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos	1. Identificar las familias de los macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos	Familias de macroinvertebrados acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familia</li> <li>• Género</li> <li>• Especie</li> </ul>	(Anyanwu, et al. 2019)  (Allan, 2020)
	2. ¿Cuáles son los índices biológicos que se utilizan en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos utilizando macroinvertebrados?		2. identificar los índices biológicos que se utilizan en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos utilizando macroinvertebrados.	Tipos de índices	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BMWP</li> <li>• ASTP</li> <li>• EPT</li> <li>• Shannon Wiener</li> <li>• Índice Biótico de Hilsenhoff (HBI)</li> <li>• Simpson</li> <li>• FBI</li> </ul>	(Noorazhan y Abas, 2021)  (Garcia, et al. 2019)  (Londoño, et al. 2020)  (Hassan, 2019)
	3. ¿Cuáles son los parámetros físicos, químicos considerados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos?		3. Identificar los parámetros físicos, químicos considerados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.	Tipos de parámetros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• pH</li> <li>• Oxígeno Disuelto</li> <li>• Turbidez</li> <li>• DBO</li> <li>• DQO</li> <li>• Nitrato</li> <li>• Fosfato</li> <li>• NH3</li> </ul>	(Ovie, 2020)  (Ynofuente y Flores, 2020)  (Rodriguez, et al. 2021)

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 2: Ficha de análisis de contenido

 <h3 style="margin: 0;">FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO</h3>	
Título de la investigación: Utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de recursos hídricos. Revisión sistemática 2022.	
Año de publicación: 2022	Lugar de publicación:
Tipo de investigación: Aplicada	Autor (es): Chacón Ramos Emperatriz
Palabras clave:	Aquatic macroinvertebrates, monitoring, biological indices.
Tipos de macroinvertebrados acuáticos	Total, de muestras:
	Habitat: Lótico
	Orden:
	Grupo:
	Familia
Índices biológicos	BMWP:
	ASTP:
	Shannon Weiner:
	Índice Biótico de Hilsenhoff:
	Simpson:
	FBI:
	Otros:
Parámetros físico químicos del agua	Temperatura:
	pH:
	Oxígeno Disuelto:
	Turbidez:
	DBO:
	DQO:
	Nitrato:
	Fosfato:
NH3:	
Resultados:	
Conclusiones:	

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



### Anexo 3: Solicitud de validación del instrumento



**SOLICITUD:** Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO

Yo **Chacón Ramos Emperatriz**, identificado con DNI N° 40669037, alumna del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto.

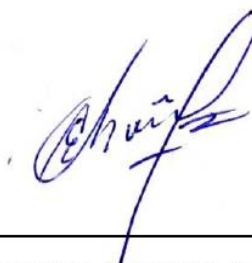
Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos: Revisión sistemática 2022”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Categorías, Subcategorías Matriz de operacionalización

Por tanto

A usted, ruego acceder a mi petición

Lima, 08 de setiembre del 2022



---

CHACON RAMOS EMPERATRIZ

DNI.40669037

## Anexo 4: Validación del instrumento

### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GÁLVEZ, JUAN JULIO

1.2 Cargo e institución donde labora: DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

1.3 Especialidad o línea de investigación: Recursos hídricos y medio ambiente

1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos de recolección de información

1.5 Autores del Instrumento: CHACON RAMOS EMPERATRIZ

### II. ASPECTO DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos, metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 08 de setiembre del 2022.

Nombres y Apellidos:

CIP:

Atentamente,  
  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

## Anexo 5: Reporte Turnitin

### Utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos. Revisión sistemática 2022

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

ÍNDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de internet

4%

2

[revistas.unimilitar.edu.co](https://revistas.unimilitar.edu.co)

Fuente de internet

2%

3

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de internet

1%

4

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

5

Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú

Trabajo del estudiante

1%

6

[www.revistas.unitru.edu.pe](http://www.revistas.unitru.edu.pe)

Fuente de internet

1%

7

[www.scielo.sa.cr](http://www.scielo.sa.cr)

Fuente de internet

<1%

8

[www.scielo.org.co](http://www.scielo.org.co)

Fuente de internet

<1%



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Utilización de Macroinvertebrados en el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos. Revisión Sistemática 2022", cuyo autor es CHACON RAMOS EMPERATRIZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Octubre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL <b>DNI:</b> 06082600 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7889 -7928	Firmado electrónicamente por: WLSAMUELQUP el 29-10-2022 13:23:35

Código documento Trilce: TRI - 0435427