

Estado del arte de los estudios limnológicos que utilicen los macroinvertebrados  
como indicadores de la calidad del agua y evaluación de sus planes de manejo  
ambiental en Colombia

Daniela Alejandra Pachón Gómez

Liced Alejandra Vargas Mojica

Universidad Libre

Estado del arte de los estudios limnológicos que utilicen los macroinvertebrados  
como indicadores de la calidad del agua y evaluación de sus planes de manejo  
ambiental en Colombia

Daniela Alejandra Pachón Gómez

Código: 64151079

Liced Alejandra Vargas Mojica

Código: 64151028

Director: Andrés Otálora Cristancho

Magister en Ciencias Biológicas - Manejo y conservación de la vida silvestre

Universidad Libre

## HOJA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado “Estado del arte de los estudios limnológicos que utilicen los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua y evaluación de sus planes de manejo ambiental en Colombia” realizado por las estudiantes Daniela Alejandra Pachón Gómez y Liced Alejandra Vargas Mojica con códigos 64151028 y 64151079 respectivamente, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar al título de Ingeniero Ambiental.

X

---

Director del Proyecto

X

---

Evaluador 1

X

---

Evaluador 2

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, queremos agradecerle a nuestras familias por su apoyo incondicional y por acompañarnos en el camino con sus palabras de aliento que no nos dejaban decaer y nos incentivaban siempre a permanecer perseverantes para el cumplimiento de nuestras metas.

En segundo lugar, al Magister Andrés Otálora Cristancho por su asesoría, tiempo, paciencia y dedicación con el desarrollo del presente proyecto, sin el esto no hubiera sido posible.

## RESUMEN

Los macroinvertebrados acuáticos son bioindicadores que evalúan objetivamente la calidad de agua con la ayuda de los índices biológicos más utilizados en Colombia como BMWP/Col, ABI, ASPT y EPT, ya que esta comunidad tiene una alta sensibilidad a las perturbaciones ambientales.

Por otro lado, si se habla de los Planes de Manejo Ambiental (P.M.A) estos abarcan distintas fases, entre ellas el diagnóstico, en el cual se evalúa el estado actual del recurso para proponer medidas que permitan prevenir, mitigar, corregir y compensar progresivamente los impactos ambientales generados sobre el cuerpo hídrico. Pero, para evaluar la calidad del agua, se utilizan principalmente los análisis fisicoquímicos; sin tener en cuenta la información recolectada en estudios de macroinvertebrado acuáticos.

Por el vacío de información mencionado anteriormente, se realizó esta monografía que busca divulgar y analizar el estado del arte de los estudios que existen en el país bajo esta temática, toda vez, que se evidencia la falta de conocimiento en el campo de la Ingeniería Ambiental sobre otras alternativas diferentes a las comúnmente usadas como las variables fisicoquímicas, que pueden ser complementadas con la información cartográfica y socioambiental para el diseño de los planes de manejo.

En esta monografía, se realizó una revisión histórica de publicaciones entre trabajos de grado y proyectos investigativos de carácter nacional disponibles en bases de datos académicas, donde se incluyeron macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua, ya que estos brindan información

del impacto que se está generando sobre el ecosistema, siendo información valiosa para priorizar los programas ambientales y de esta manera garantizar la eficiencia de los planes de manejo propuestos.

Se identificó que en Colombia con el tiempo se ha utilizado este recurso biótico como bioindicador para evaluar la calidad del agua, implementándolo en cada uno de los departamentos. Así mismo, se observó que varios estudios realizados van acompañados de recomendaciones y propuestas que contribuyen a controlar el deterioro del cuerpo hídrico, pero al analizar los planes de manejo ambiental existentes, se observa que varios de los cuerpos hídricos estudiados y clasificados con una baja calidad, que en ocasiones representa un peligro para la comunidad, no se les realiza el seguimiento por parte de las autoridades ambientales a través de planes de manejo ambiental, lo que significa que los resultados de estas investigaciones no se socializan con las autoridades ambientales ni con la comunidad aledaña al cuerpo hídrico, para argumentar las actividades a ejecutar y las decisiones a tomar, quedando únicamente como un ejercicio académico.

### **PALABRAS CLAVE**

Biología, Diagnóstico, Ecosistemas Acuáticos, Índices Biológicos

### **ABSTRACT**

Aquatic macroinvertebrates are bioindicators that objectively evaluate water

quality with the help of the most widely used biological indices in Colombia such as BMWP/Col, ABI, ASPT and EPT, since this community has a high sensitivity to environmental disturbances. On the other hand, if we talk about the Environmental Management Plans (SMP) these cover different phases, including the diagnosis, in which the current state of the resource is evaluated to propose measures to prevent, mitigate, correct and progressively compensate for the environmental impacts on the water body. But, to evaluate the quality of water, physicochemical analyses are mainly used; without considering the information collected in aquatic macroinvertebrate studies.

Due to the lack of information mentioned above, this monograph seeks to disseminate and analyze the state of the art of the studies that have been carried out under this theme, However, the lack of knowledge in the field of Environmental Engineering about alternatives other than those commonly used as the physico-chemical variables is evident, that can be complemented with cartographic and socio-environmental information for the design of management plans.

In this monograph, a historical review of publications was made between graduate work and national research projects available in academic databases, where aquatic macroinvertebrates were included as bioindicators of water quality, since they provide information on the impact that is being generated on the ecosystem, being valuable information to prioritize environmental programs and thus ensure the efficiency of the proposed management plans.

It was found that in Colombia over time this issue of aquatic macroinvertebrates

to assess water quality has been implemented and strengthened in each of the departments, because it has been adapted to the conditions of specific areas of the country, offering a variety of benefits, such as a historical and spatial view of the water body. Likewise, it was observed that several studies are accompanied by recommendations and proposals that contribute to control the deterioration of the water body, but when analyzing the existing environmental management plans, it is noted that several of the water bodies studied and classified with a low quality, which sometimes represents a danger to the community, are not monitored by the environmental authorities through environmental management plans, which means that the results of these investigations are not communicated to the environmental authorities or the community surrounding the water body, for decision-making, remaining only an academic exercise.

### **KEYWORDS**

Biology, Diagnostics, Aquatic Ecosystems, Biological Indices, Biological Indices.



## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	16
3. GENERALIDADES .....	17
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
4. OBJETIVOS.....	19
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
5. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	20
6. METODOLOGÍA.....	21
6.1 MARCO NORMATIVO Y LEGAL.....	24
7. MARCO REFERENCIAL.....	28
7.1 MARCO CONCEPTUAL.....	28
8. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	32
8.1 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN COLOMBIA.....	32
8.2 PLANES DE MANEJO – POMCAS .....	34
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	38
10. CONCLUSIONES .....	54
11. RECOMENDACIONES.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
12. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro Metodológico .....	21
Tabla 2. Marco Normativo y Legal .....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

Mapa político de Colombia	21
Análisis histórico de la producción de estudios de la calidad del agua que incluyen macroinvertebrados en su metodología	33
Análisis por departamento de la producción de estudios de la calidad del agua que incluyen macroinvertebrados en su metodología	34
Análisis histórico de Fuentes Hídricas con PMA/POMCA	36
Análisis de los PMA/POMCA clasificada según la Metodología	37

## ANEXOS

Anexo 1. Recolección de datos.....	70
------------------------------------	----

### 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente el planeta se ha visto afectado por fenómenos asociados al desarrollo y evolución de este y por la presencia del hombre en él, lo cual, ha generado impactos positivos y negativos por estos fenómenos, entre los cuales se pueden mencionar inundaciones, tormentas tropicales, erosión fluvial, contaminación, sismos y deslizamientos entre otros <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> LACAMBRA, Carmen Liliana. *et al* .*Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, 2003.

Esta situación tiende a elevar su complejidad, si se tienen en cuenta fenómenos tales como el cambio climático, que deriva los fenómenos de El Niño y La Niña como el resultado del impacto de la actividad humana, la cual, ha afectado los mecanismos de autorregulación de la Biosfera y que funciona al igual que el sistema inmunológico del organismo humano<sup>2</sup>.

El incremento exponencial de la población humana ha incrementado la vulnerabilidad del planeta teniendo en cuenta que “Se espera que la población mundial aumente en 2.000 millones de personas en los próximos 30 años”, esto debido al aumento de los procesos de urbanización y movimientos migratorios, generando consecuencias nefastas para las próximas generaciones como lo afirma la ONU<sup>3</sup>

Por otro lado, la cantidad del agua de los ecosistemas acuáticos es un determinante ya que estos proveen los acueductos de los centros urbanos y rurales y es un factor determinante en la calidad de vida de las poblaciones. Para evaluar la calidad de su agua existen varios métodos, entre los cuales, se tiene el uso de bioindicadores como los macroinvertebrados acuáticos, los cuales según Carrera & Fierro<sup>4</sup> son organismos acuáticos que miden entre 2 milímetros y 30 centímetros, habitan en agua dulce como ríos, lagos y lagunas y son de gran utilidad para evaluar el impacto de los residuos municipales, agrícolas, la

---

<sup>2</sup> WILCHES-CHAUX, Gustavo. *Fundamentos éticos de la gestión del riesgo*. Nómadas (Col), No.22,2005, p.48-61

<sup>3</sup> Organización de las naciones Unidas. Desafíos Globales-Población [Sitio web]. [Consultado: 20 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html#:~:text=Se%20espera%20que%20la%20poblaci%C3%B3n,de%2011.000%20millones%20para%202100>

<sup>4</sup> CARRERA, Carlos., & FIERRO, Karol. Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. (2001).

industria petrolífera y los impactos de otros usos del suelo sobre los cursos de agua superficiales por su respuesta a las perturbaciones ambientales, siendo este el principal eje temático de esta investigación.

En Colombia, en los años 70 comenzaron las investigaciones utilizando macroinvertebrados acuáticos por Gabriel roldan, aunque, en esa época se utilizaban para la identificación de estos individuos, claves taxonómicas de especialistas europeos y americanos basados en las condiciones climáticas de dichos países, pero que en el territorio colombiano tuvieron poca efectividad, por lo que, Roldan decidió realizar una adaptación tanto de las claves taxonómicas como del índice BMWP para el país, logrando implementar para el departamento de Antioquia en el año 1988 una guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos.<sup>5</sup>

Desde entonces, algunos cuerpos hídricos estudiados han sido el río Sinú en Montería, en el cual se realizó un análisis comparativo entre los índices fisicoquímicos y el método BMWP<sup>6</sup>, también los ríos altoandinos Tota y el curso alto del río Bogotá, que utilizaron el índice BMWP/COL y ABI<sup>7</sup>; además de estos estudios otros investigadores han usado a los macroinvertebrados acuáticos

---

<sup>5</sup> ROLDÁN, Gabriel. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [Revista académica en línea] .vol. 40,(2016); p. 254-274. [ Consultado: 20 de mayo de 2021] Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/335>

<sup>6</sup> GALEANO, Carlos; ÁLVAREZ Katerin., & ESTRADA, Paula Análisis comparativo de indicadores de la calidad del agua del río Sinú municipio de Montería, Córdoba. En: Revista Divulgativa Multidisciplinar De Ciencia, Tecnología E Innovación. Vol., N° 1; página. 55-64.

<sup>7</sup> MENESES, Yaneth, CASTRO María, & JARAMILLO, Angela. COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN DOS RÍOS ALTOANDINOS MEDIANTE EL USO DE LOS ÍNDICES BMWP/COL. Y ABI. En Acta Biológica Colombiana.[Revista Académica en línea]Volumen 24, No.2. (2019); p. 299-310. [Consultado 20 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n2.70716>

como bioindicadores de la salud ambiental<sup>8</sup> y como herramienta para determinar la calidad del agua de la quebrada Santo Tomás<sup>9</sup> donde se concluye que los macroinvertebrados acuáticos son una buena alternativa para hacer un estudio de calidad del agua, ya que proporcionan una visión compacta en el tiempo, aportan elementos de juicio para realizar estudios de forma más objetiva debido a la gran diversidad taxonómica, gremios tróficos, diferentes grados de susceptibilidad, adaptación a perturbaciones ambientales y la poca capacidad de desplazamiento. De igual manera es una herramienta para analizar la variación histórica que ha presentado el cuerpo de agua, obteniendo información complementaria y eficaz a diferencia de otros métodos como los fisicoquímicos, cuyos resultados hacen referencia únicamente al momento de la toma de muestras.<sup>10</sup>

El objetivo de la presente monografía es desarrollar una evaluación histórica de los estudios limnológicos en Colombia, para determinar la frecuencia del uso de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua y las posibles propuestas de manejo ambiental que se han desarrollado a partir de

---

<sup>8</sup> GAMBOA, Maribet, REYES, Rosa, & ARRIVILLAGA, Jazzmin. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. En: Boletín de Malariología y Salud Ambiental [Revista académica en línea] Volumen. 48, No. 2 (2008); p.109-120. [Consultado 26 de enero de 2021]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-46482008000200001&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000200001&lng=es&tlng=es)

<sup>9</sup> MURILLO. Sergio, et al. Utilización de macroinvertebrados acuáticos como herramienta para determinar la calidad del agua en la quebrada Santo Tomás, municipio de Pensilvania, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales [Revista académica en Línea]. Volumen 42. No.164.(2018); [Consultado: 26 enero de 2021]. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082018000300212&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082018000300212&script=sci_abstract&tlng=en)

<sup>10</sup> ROSENBERG David y RESH Vincent. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. No. 504.4 FRE. New York, NY, USA, 1993.

estos estudios, articulando de esta manera los campos de la biodiversidad y de la ingeniería ambiental.

Es importante mencionar que los macroinvertebrados acuáticos sirven de base para la toma de decisiones sobre el manejo ambiental que se le debe dar al recurso hídrico y así poder mitigar los impactos ambientales que se generan.

De esta manera, se corrobora la necesidad de dar a conocer a la comunidad académica la relevancia histórica que han tenido los estudios limnológicos como herramienta de análisis tanto en la biología como en la ingeniería ambiental y su articulación con el estudio de la biodiversidad; siendo la base para plantear y desarrollar Planes de Manejo Ambiental, acordes a las necesidades de las comunidades, la revisión bibliográfica de los estudios limnológicos de la zona para el diagnóstico, planificación y monitoreo de medidas que mitiguen la contaminación en los ríos de Colombia.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

En esta monografía, se argumenta la importancia del uso de los macroinvertebrados acuáticos para el análisis de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos en Colombia y la necesidad que se tiene de articular esta temática con la ingeniería ambiental, debido a que este grupo faunístico aporta elementos de juicio para realizar estudios, donde se evidencie el estado del cuerpo de agua de una forma más objetiva, además, debido a la gran diversidad taxonómica, gremios tróficos, diferentes grados de susceptibilidad y adaptación a perturbaciones ambientales y la poca capacidad de desplazamiento, los



macroinvertebrados permiten hacer un análisis del grado de contaminación presente en el ecosistema de acuerdo a la variación histórica y descarga de contaminantes, esto demuestra el beneficio de usar este método ya que se obtiene información complementaria y eficaz a diferencia de otros parámetros, los cuales solo evalúan la calidad del agua del momento en que se toma la muestra<sup>11</sup>

Dicho lo anterior, se manifiesta la necesidad de dar a conocer a la comunidad académica la relevancia histórica que ha tenido la aplicación de este método como herramienta de análisis para estudios limnológicos, tanto en la biología como en la ingeniería ambiental, ya que se puede usar para el diagnóstico, planificación y monitoreo de medidas que mitiguen la contaminación en los ríos de Colombia. Mediante el uso de esta información que se tendrá como base al momento de realizar la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por disturbios tanto de origen ambiental como antrópico. En esta revisión, se articula el estudio de la biodiversidad y su aplicación en la ingeniería ambiental, realizando no solo una revisión histórica de los estudios limnológicos con el uso de los macroinvertebrados en Colombia, sino que también se busca comparar cuántos de estos han servido de base para la propuesta de planes de manejo ambiental.

### **3. GENERALIDADES**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Los primeros estudios de macroinvertebrados acuáticos iniciaron en la década

---

<sup>11</sup> ROSENBERG, Op. cit., p. 15.

de 1970 para diferentes fines entre los cuales está evaluar el impacto de los distintos tipos de contaminación, residuos municipales, agrícolas, industriales e impactos de otros usos del suelo sobre cuerpos de agua superficial. Además, a lo largo de los años ha sido cada vez más utilizado este método de análisis, siendo la biología uno de sus campos más amplios; pero por lo contrario en la ingeniería ambiental puntualmente, pocos conocen esta alternativa de análisis y los beneficios que esta brinda.

“De los muchos grupos de organismos propuestos para su uso en el biomonitoreo, los conjuntos de peces, algas y macroinvertebrados bentónicos son los más comúnmente seleccionados”.<sup>12</sup>, estos últimos al presentar conductas sedentarias y ciclos largos de vida, permiten hacer un análisis espacial a nivel de familia y género, y observar los efectos de la contaminación en el tiempo, además se puede muestrear de forma económica y sencilla.<sup>13</sup>

En Colombia, se puede evidenciar que al desarrollar un Plan de Manejo Ambiental, este no se fundamenta en los resultados de estudios donde se usen los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua, a pesar de que estos permiten realizar un análisis objetivo del cuerpo de agua ya que los macroinvertebrados son residentes históricos en un ecosistema acuático de la zona que se pueden ver reflejados en la implementación de medidas de

---

<sup>12</sup> RESH, Vincent. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. En: Environmental Monitoring and Assessment, [Revista academica en línea], vol. 138, No. 1,(2008); p. 131-138.[Consultado el 1 de diciembre de 2020] Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-007-9749-4>

<sup>13</sup> BONADA, N. et al. Ecological profiles of caddisfly larvae in Mediterranean streams: implications for bioassessment methods. En: Environmental pollution. [Revista academica en línea]. Volumen 132. No. 3 (2004); p.509-521. [Consultado en 6 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749104001915>

mitigación, corrección, compensación y prevención que lleven a la solución del problema raíz<sup>14</sup>

Por tal motivo opta por realizar otros tipos de análisis para evaluar la calidad del agua, que pueden ser más costosos como los fisicoquímicos y bacteriológicos para orientar los planes de manejo ambiental. Observando este vacío de información y desconocimiento entre la comunidad educativa, nace la idea de generar este documento de revisión, para socializar a otros profesionales, el potencial investigativo que tienen los macroinvertebrados como método alternativo, que proporciona información con mayor exactitud sobre los cambios que se han presentado en las fuentes hídricas los últimos años y no solo en el momento que se realiza el muestreo. De esta manera se crea una herramienta para el ingeniero ambiental, apoyando la toma de decisiones con mayor exactitud y eficiencia.

De esta manera se formuló como problema, ¿De qué manera los estudios limnológicos en Colombia, históricamente han aplicado los macroinvertebrados como bioindicadores para estimar la calidad del agua y generar planes de manejo ambiental?

#### **4. OBJETIVOS**

---

<sup>14</sup> MORENO, Fredy. Diseño de un manual guía del docente para el estudio limnológico de ecosistemas acuáticos para el fortalecimiento de conceptos científicos en estudiantes de educación media. [En línea]. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia.2012.[Consultado: 6 diciembre de 2020]. Disponible en Repositorio institucional, biblioteca digital Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75102>

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una evaluación histórica de los estudios limnológicos en Colombia donde se han usado los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua y las propuestas de manejo ambiental que se han desarrollado a partir de estos estudios.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar un análisis de la inclusión de los macroinvertebrados acuáticos en la historia de los estudios limnológicos en Colombia.
- Evaluar los planes de manejo ambiental propuestos para los ecosistemas acuáticos en Colombia, generados a partir de los estudios limnológicos donde se incluyan o no los macroinvertebrados.
- Analizar la información obtenida con la revisión bibliográfica, para socializar con la comunidad académica los beneficios de usar macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para la calidad del agua.

#### **5. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

Se realizó una revisión histórica de estudios limnológicos donde se utilicen los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua que fueron llevados a cabo en Colombia. (Ver Figura 1)



**Figura 1. Mapa político de Colombia**

**Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1999**

## 6. METODOLOGÍA

El tipo de investigación del presente trabajo es de carácter mixto teniendo en cuenta que se variables cuantitativo y cualitativo. debido a que se hará un artículo de revisión, el cual requiere para su elaboración realizar una descripción, comprensión e interpretación de los estudios hallados.

**Tabla 1. Cuadro Metodológico**

Metodología primer objetivo específico	Para dar cumplimiento al objetivo específico uno y desarrollar el análisis de la inclusión de los macroinvertebrados acuáticos en la historia de los estudios limnológicos en Colombia, se hará una consulta en las bases de datos determinantes en el tema
--	---

	<p>como Google académico y Microsoft Academic con el fin de identificar publicaciones, trabajos de grado y proyectos de consultoría desarrollados en el territorio Colombiano, usando como algoritmo de búsqueda los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en Colombia, en los intervalos desde 1983 hasta la actualidad. Analizando de esta manera la información obtenida por departamento, año y los índices biológicos que utilizaron para determinar la evolución de esta temática.</p> <p>Es decir, se excluyen los estudios realizados antes de 1983 y en los cuales no se hayan usado los macroinvertebrados acuáticos para determinar la calidad del agua de un cuerpo hídrico.</p>
<p>Metodología segundo objetivo específico</p>	<p>Para evaluar los planes de manejo ambiental o POMCAS propuestos para los cuerpos hídricos encontrados en la revisión, así como aquellos que utilizaron los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para evaluar la calidad del agua.</p> <p>Se realizó la revisión de las publicaciones disponibles virtualmente en las autoridades ambientales que correspondan</p>

	<p>según el departamento donde se encuentre el cuerpo hídrico, además, de bases de datos como las mencionadas anteriormente.</p>
<p>Metodología tercer objetivo específico</p>	<p>Se realizó la articulación de la información obtenida, en un escrito académico para su socialización con la comunidad académica, con el fin de comprender los resultados de investigaciones relacionadas en este caso con los estudios limnológicos, esto con el objetivo de informar a la comunidad la aplicación y funcionalidad que ha tenido este método en Colombia, especialmente en los campos de la biodiversidad y de la ingeniería ambiental. Cabe resaltar que se pretende hacer una revisión de aquellos estudios que hayan utilizado índices biológicos para evaluar la calidad el agua, pudiendo hacer un análisis de la temporada, metodología, factores que influyen en la comunidad de macroinvertebrados, sus resultados, entre otros. Logrando extraer así la información más relevante de cada documento que contribuya al objeto de estudio.</p> <p>Cabe mencionar que se descartaron software especializados al momento de analizar estos estudios ya que tienen un costo elevado y un tiempo de prueba demasiado corto, también bases de datos como Science Direct y Springerlink donde los resultados son muy limitados con respecto a Colombia.</p>

## 6.1 MARCO NORMATIVO Y LEGAL

En este marco se expone la normativa que cobija el proyecto de investigación y así mismo a nivel legal, cuales han sido implementadas.

*Tabla 2. Marco Normativo y Legal*

<b>DOCUMENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONTEXTO</b>
Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio de Ambiente	Se acoge al proyecto ya que el ministerio de ambiente es el encargado de velar por la preservación del medio ambiente lo que abarca todos los ecosistemas entre esos el acuático.
Ley 388 de 1997 Capítulo III	Ley del ordenamiento territorial	Asociado al decreto siguiente, se cumple la misma función, velar por la correcta ordenación.
Decreto 1729 de 2002 Artículo 4	Finalidades, principios y directrices de la ordenación en una cuenca	los estudios a los que se les realizara una revisión bibliográfica tienen en común, la intención de evaluar la calidad del agua con el método de macroinvertebrados acuáticos, pero los resultados que se obtengan con las investigaciones correspondientes, tendrán relación con las actividades que ocurren alrededor de las fuentes hídricas a causa de las perturbaciones a las que están sometidas las familias



DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CONTEXTO
		de macroinvertebrados en los ecosistemas, aunque estos resultados se podrían esperar si existiera una correcta ordenación de la cuenca ya que el objetivo de esta es que haya un desarrollo sostenible, pero si no existiera se vería gravemente afectados los ecosistemas acuáticos.
Decreto 1541 de 1978 Artículo 2	Este decreto habla que la presentación y manejo de las aguas son de utilidad pública e interés social	La importancia de este decreto radica en que se centra en el manejo y el uso que se le debe dar al recurso del agua y como deben cumplir los usuarios los principios establecidos por el Código Nacional De Recursos Naturales, si se cumpliera lo establecido en el presente decreto se mitigaría los impactos que generan la población aledaña sobre el río.
Decreto 2811 de 1974 Artículo 86	Todas las comunidades tienen derecho a utilizar el agua para satisfacer	En caso de que se desee implementar un plan de manejo ambiental, primero se debe educar a las personas que pueden tener libre acceso al agua y este decreto reglamenta el uso que le pueden dar al recurso hídrico, pero

DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CONTEXTO
	sus necesidades elementales, las de su familia y animales.	así mismo dispone que independientemente de esto se debe velar porque dicho uso no cause perjuicios a terceros.
Decreto 3930 del 2010 Artículo 11	Uso y preservación de flora y fauna	Este decreto influye en el proyecto debido a que reglamenta los usos que se le pueden dar a el agua y el artículo 11 del presente decreto dispone que se puede utilizar la flora y fauna en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres, pero sin causar alteraciones a este, como lo usan los diferentes artículos de investigación a los cuales les haremos su respectiva recopilación y revisión.
Resolución 1065 del 2001	Se impone el plan de manejo ambiental y se toman otras determinaciones	Este decreto tiene influencia sobre el proyecto debido a que se impuso la obligatoriedad de tener un plan de manejo ambiental en algunos casos al obtener la licencia ambiental correspondientemente, usándose como herramienta para controlar y/o mitigar los impactos ambientales que se generan por las

DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CONTEXTO
		<p>actividades económicas, pero para esto se debe realizar el estudio del impacto ambiental que se genera, dicho esto se analizara en el presente proyecto de grado cuales PMA surgieron de la información obtenida con los estudios de macroinvertebrados acuáticos.</p>
<p>Decreto 1076 del 2015 Capítulo 9</p>	<p>Se expide el decreto único de sector ambiente y el desarrollo sostenible</p>	<p>Se menciona el contenido y aspectos a tener en cuenta en el manejo de las cuencas hidrográficas y los acuíferos, los planes estratégicos que se realizan en las diferentes cuencas del país, también define el plan de manejo ambiental, el programa nacional de monitoreo del recurso hídrico y la definición y aspectos a tener en cuenta para la clasificación de las aguas del país y el trámite legal si se desea una concesión.</p>
<p>Decreto 3930 del 2010 Capitulo III,</p>	<p>Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley</p>	<p>Este decreto hace referencia a las disposiciones relacionadas con los usos, el ordenamiento y los vertimientos del recurso hídrico al suelo y a los alcantarillados, por lo</p>

DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CONTEXTO
	<p>9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>que también establece criterios que contribuyan a la conservación del recurso, de sus ciclos biológicos y el desarrollo normal de las especies que habitan allí, por otro lado, cabe resaltar que este decreto menciona que para el ordenamiento del recurso se deben establecer los lugares en los que se prohibirá o condicionará la descarga de vertimientos residuales, residuos líquidos o gaseosos, que tuvieron origen en fuentes industriales o domésticas sobre las aguas superficiales, subterráneas, o marinas.</p>

## 7. MARCO REFERENCIAL

En el siguiente ítem se contextualiza la investigación con los diferentes marcos que describen desde lo teórico, conceptual y normativo hasta información sobre la localización del objeto de estudio. A continuación, se describen los principales marcos necesarios para el proceso metodológico de la investigación.

### 7.1 MARCO CONCEPTUAL

## **Cuerpo de agua**

Es un sistema cuyo origen puede ser natural o superficial, localizado sobre la superficie terrestre y conformado por volúmenes de agua que pueden estar en movimiento o contenidas y por elementos fisico-Bióticos. Existen dos tipos de cuerpos de agua superficial, los cuales son los loticos los cuales según el estudio nacional del agua son corrientes que se conectan con otros cuerpos de agua, desembocando en otra corriente de lago o mar y respecto a los lenticos se ha identificado un área cubierta por cuerpos de agua lénticos equivalente a 831.163,7 hectáreas; de las que 397.613,7 corresponden a ciénagas, 51.864,3 a embalses, 123.412 hectáreas son lagunas y 258.273 hectáreas están ocupadas por pantanos.<sup>15</sup>

## **Limnología**

la limnología es la ciencia que estudia aquellos fenómenos biológicos y físicos en los ecosistemas acuáticos que se encuentran ubicados en los continentes, abarcando todas las aguas dulces, estancadas o fluyentes como lagos, lagunas, ríos, todas las aguas dulces.<sup>16</sup>

## **Planes de manejo ambiental**

Es un conjunto de medidas que tienen como finalidad la prevención, mitigación, corrección o compensación de los impactos ambientales que se pueden generar por el desarrollo de una actividad económica, también incluye estrategias para

---

<sup>15</sup> IDEAM Estudio Nacional del Agua, Instituto de Hidrología, Meteorología y Asuntos Ambientales -IDEAM-, Bogotá, Colombia, 452. (2019). [Consultado 10 de diciembre de 2020] Disponible en [http://www.andi.com.co/Uploads/ENA\\_2018-comprimido.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2018-comprimido.pdf)

<sup>16</sup> MARGALEF, Ramon, et al. Limnología. Barcelona: Ediciones Omega.1983. Volumen 1009

monitorear y realizar el seguimiento respectivo durante la ejecución del proyecto u obra según sea el caso.

### **Bioensayo Acuático**

Es aquel en el que usan las respuestas que dan los organismos acuáticos para medir o detectar la presencia o efectos que están generando los compuestos, sustancias, desechos o factores ambientales ya sean solos o combinados.<sup>17</sup>

### **Calidad del agua**

Son atributos que presenta el agua, de tal manera que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos, así como también incluye todos los factores que influyen en el uso beneficioso del agua: físicos, químicos y biológicos. Se debe tener en cuenta que la calidad del agua ya sea subterránea o superficial también depende de factores naturales como la erosión, la evapotranspiración y la lixiviación de materia orgánica, la calidad de esta se puede determinar realizando la comparación de sus características fisicoquímicas con los estándares establecidos, estos tienen el objetivo de asegurar un suministro de recurso hídrico, tanto para el consumo humano y sus actividades antrópicas como para los organismos acuáticos.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3930 (25, Octubre, 2010). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 11-Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones [En línea] Santa Fe de Bogotá, D.C; 2010. [Consultado: 30 noviembre de 2020]. Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec\\_3930\\_2010.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_3930_2010.pdf)

<sup>18</sup> CHANG, José. Calidad de agua. 2009.

## **Macroinvertebrados**

Los macroinvertebrados son organismos acuáticos que miden entre 2 milímetros y 30 centímetros, estos no tienen huesos, y viven en los lugares con agua dulce como ríos, lagos y lagunas. A su vez son de gran utilidad para evaluar la calidad del agua ya que dependen de la sensibilidad al entorno, por ejemplo, algunos requieren una buena calidad del agua y otros sobreviven, se adaptan y abundan en la contaminación<sup>19</sup>. Según el IDEAM “Las respuestas de la comunidad macroinvertebrada a las perturbaciones ambientales son útiles para evaluar el impacto de los residuos municipales, agrícolas, de la industria petrolífera y los impactos de otros usos del suelo sobre los cursos de agua superficiales”.<sup>20</sup>

## **Bioindicadores**

Echeverry & Londoño citado por Pastran indica que un Bioindicador consiste en que una especie vegetal, animal o de hongos evidencia las características, cambios o alteraciones de una zona.<sup>21</sup> También las especies pueden cambiar su comportamiento dependiendo también de su capacidad de adaptación con respecto a la presencia o ausencia de una variable a analizar, por ejemplo, las características fisicoquímicas, micro climáticas, bacteriológicas, biológicas y

---

<sup>19</sup> CARRERA & FIERRO, Op. cit., p.13.

<sup>20</sup> IDEAM. Macroinvertebrados acuáticos, determinación taxonómica - conteo.

(2006).[Consultado el 30 de noviembre de 2020] Disponible en:

<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Macroinvertebrados+acuaticos..pdf/e5730a5b-069f-4400-8d2d-a31d8603a196>

<sup>21</sup> PASTRAN, Mercy. Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macroinvertebrados bentónicos, como bioindicadores: estudio de caso en el río Suárez (Chiquinquirá–Boyacá).[En Línea]. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniera Ambiental. Bogotá D.C: Universidad libre. Facultad de ingeniería. Cundinamarca. 2017. 26 p. .[Consultado el 20 de noviembre de 2020]. Disponible en repositorio Universidad Libre.

<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11180>

funcionales de medio ambiente o algunas alteraciones debido a las actividades humanas. También “Los indicadores biológicos son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente. Inicialmente, se utilizaron especies o asociaciones de éstas como indicadores y, posteriormente, comenzaron a emplearse también atributos correspondientes a otros niveles de organización del ecosistema, como poblaciones, comunidades, entre otros, lo que resultó particularmente útil en estudios de contaminación.”<sup>22</sup>

## **8. DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **8.1 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN COLOMBIA**

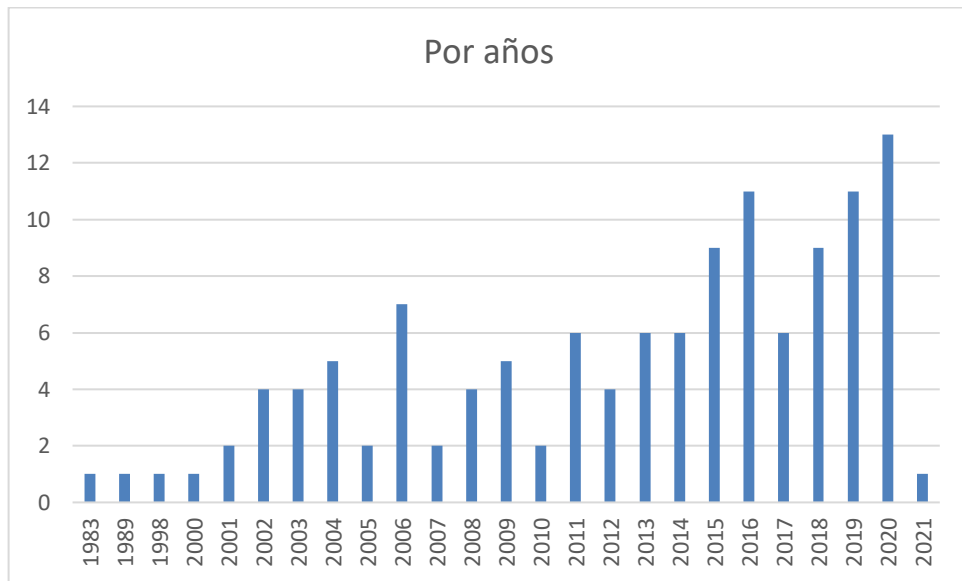
Para dar cumplimiento al primer objetivo específico se realizó una revisión de la temática de la evaluación de la calidad del agua, utilizando macroinvertebrados acuáticos en Colombia, por medio de las bases de datos académicas mencionadas anteriormente en la metodología.

Adicionalmente, la información extraída de cada estudio fue organizada cronológicamente, localización, objetivo, metodología y conclusiones (ver anexo 1).

---

<sup>22</sup> BOLTOVSKOY, E. Indicadores biológicos en la oceanografía. En Ciencia e investigación, [En línea]. Volumen 23, No. 3. (1967), [Consultado en 20 de noviembre de 2020].





**Figura 2. Análisis histórico de la producción de estudios de la calidad del agua que incluyen macroinvertebrados en su metodología**

Como se muestra en la Figura 2. Desde el año 1983 hasta el 2021 en Colombia se han realizado 120 estudios, donde se puede observar que los años con mayor desarrollo investigativo en el marco de los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua son 2006, 2015, 2016, 2018, 2019 y 2020. Mientras que antes del 2002 fueron muy escasas estas investigaciones, se puede resaltar que aproximadamente a partir del año 2013 se tuvo una mayor divulgación e implementación de los macroinvertebrados acuáticos en diferentes ramas del conocimiento.



**Figura 3. Análisis por departamento de la producción de estudios de la calidad del agua que incluyen macroinvertebrados en su metodología**

A partir de la Figura 3, se observa que los departamentos con una mayor cantidad de investigaciones son Cundinamarca y Antioquia, con 25 y 16 estudios respectivamente, seguido por el Chocó y el Valle del Cauca. Por otro lado, se observa que en algunos departamentos como La Guajira, Bolívar, Magdalena, Santander, Casanare y Córdoba hay poca implementación de los macroinvertebrados acuáticos para el desarrollo de investigaciones a lo que se puede atribuir la falta de conocimiento o divulgación de los beneficios al usar estos bioindicadores.

## **8.2 PLANES DE MANEJO – POMCAS**

Para dar cumplimiento al segundo objetivo específico, se realizaron las siguientes figuras en donde se hizo el estudio de los planes de manejo ambiental y POMCAS de los cuerpos hídricos encontrados en la revisión realizada en el numeral 8.1, así como la metodología (parámetros fisicoquímicos o

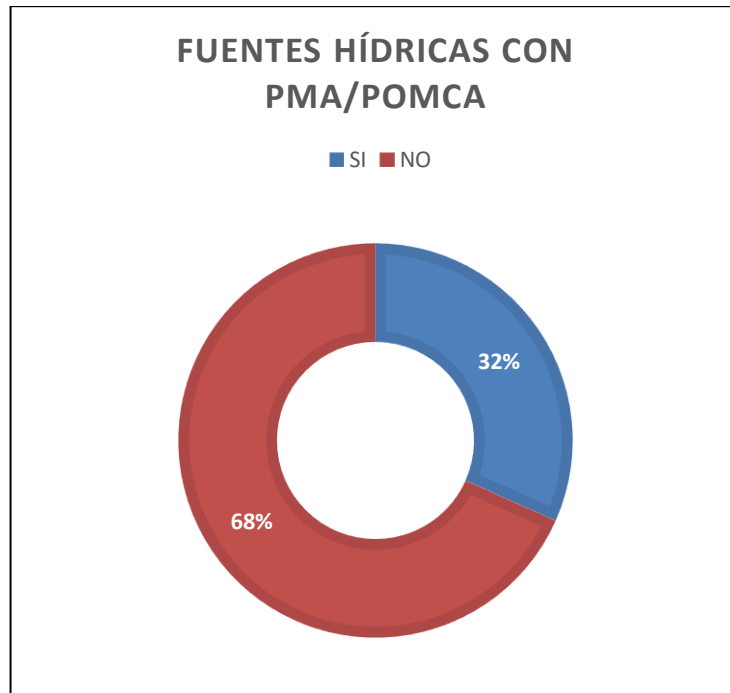
macroinvertebrados acuáticos) para valorar la calidad del agua que se utilizó en cada P.M.A o POMCA.

La siguiente tabla refleja comparativamente el uso de los parámetros fisicoquímicos con respecto al uso de los macroinvertebrados en Colombia, sin embargo, se tiene como punto de comparación el P.M.A realizado en Ecuador, donde se observa el complemento al que pueden llegar dentro de un estudio con el fin de establecer programas que logren mitigar los impactos ambientales generados a cuerpos de agua.

Ubicación	Metodología	Conclusiones
Huila	1. Diagnostico - Condiciones socioeconómicas, culturales y socioambientales - identificación de factores fisico-Bioticos - identificación y evaluación de impactos ambientales - identificación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo	La producción de café en el Huila está creciendo de manera exponencial, crece de tal manera que es importante conocer y evaluar de forma técnica el grado de afectación ambiental que este produce, el impacto de mayor importancia es Deterioro del paisaje por fragmentación de hábitats, impacto que deteriora de forma significativa el ciclo de vida de todos los componentes, ya que de él se derivan muchos impactos indirectos como la pérdida de biodiversidad de flora y fauna, pérdida de belleza paisajística, degradación de los suelos, contaminación de fuentes hídricas por escorrentía, riesgo de deslizamientos y disminución en la captura de CO <sub>2</sub> ; por tal motivo es reiterativo el cambio en la forma actual de explotación y aprovechamiento de recursos naturales.
Putumayo	2. Prospectiva 3. Formulación	La Cuenca Lavapies presenta un proceso de erosión generalizado, significando pérdidas de nutrientes que son casi irre recuperables, debido al sobreuso de los recursos naturales. Por otra parte, se producen efectos negativos sobre la flora, fauna silvestre, la calidad del agua y la población piscícola.
Ecuador	Se determina adicionalmente en la fase del diagnóstico del componente abiótico, la calidad del agua mediante análisis fisicoquímicos, microbiológicos e indicadores biológicos	La microcuenca del río Nangulví tiene una superficie de 3635.07ha., un perímetro de 33.114Km., tiene una forma oval oblonga a rectangular oblonga, lo que significa que presenta una tendencia a crecidas Baja, posee un buen sistema de drenaje y un relieve accidentado medio. Se encuentra en una orientación norte-sur, de manera que recibe iluminación por horas, haciéndola menos productiva.

	(macroinvertebrados- BMWP)	
--	-------------------------------	--

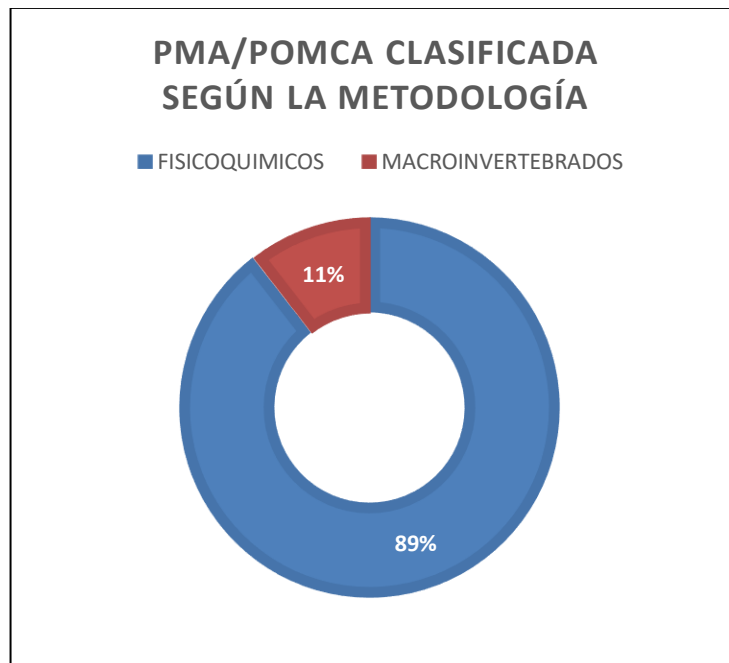
**Tabla 3. Análisis comparativo P.M.A**



**Figura 4. Análisis histórico de Fuentes Hídricas con PMA/POMCA**

En la Figura 4 se puede observar, que de los cuerpos hídricos únicamente el 32% tiene un Plan de Manejo Ambiental o POMCA, en este caso se habla en su mayoría de ríos de gran magnitud y con alto impacto en la comunidad aledaña, sin embargo, el 68% no lo tiene a pesar de que en la revisión realizada muchos estudios recomendaban un seguimiento continuo para evitar el deterioro progresivo del agua. Por otro lado, se identifica que los estudios revisados en el numeral 8.1, en su mayoría, se quedan únicamente en un espacio académico y no se proponen e implementen acciones con la ayuda de las autoridades

ambientales y la comunidad aledaña, para mejorar la calidad del agua y mitigar los impactos ambientales ocasionados sobre el ecosistema.



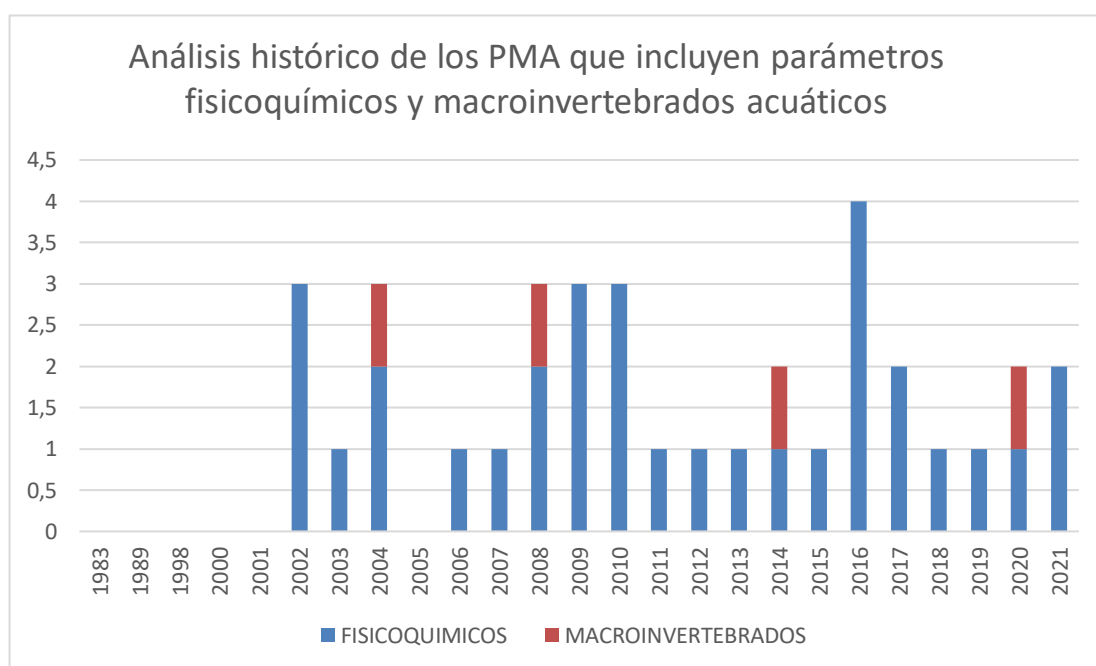
**Figura 5. Análisis de los PMA/POMCA clasificada según la Metodología**

En la Figura 5, Se evidencia la escasa implementación de los macroinvertebrados acuáticos en la etapa de diagnóstico para evaluar la calidad del agua pese a que se ha demostrado la eficacia de estos bioindicadores en la valoración del estado del cuerpo hídrico y los beneficios que estos aportan, además, se observó que para realizar un P.M.A o POMCA no se hace una revisión bibliográfica de estudios que hayan utilizado estos bioindicadores en la zona.

Como se muestra en la figura el 89% de estos estudios, utiliza únicamente los parámetros físicoquímicos para evaluar la calidad del agua, pero, por el contrario,

el 11% utilizó los bioindicadores para corroborar desde el aspecto biótico los resultados arrojados a través del análisis de los parámetros fisicoquímicos.

Para dar cumplimiento al tercer objetivo específico, se realizó el análisis histórico de los P.M.A que incluyen parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados acuáticos, donde se evidencia que en Colombia el uso de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua inicio en el año 2004, sin embargo se puede observar la poca implementación de este tipo de herramientas, siendo el análisis de los parámetros fisicoquímicos el más utilizado desde el año 2002 hasta la actualidad.



**Figura 6. Análisis histórico de los P.M.A/P.O.M.C.A tanto con el uso de los macroinvertebrados acuáticos como los parámetros fisicoquímicos.**

## 9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta revisión, se encontraron 120 estudios de diferentes áreas de la investigación, donde predominó la implementación de este tema en las ciencias naturales, seguido del área de ingeniería. Observando que los estudios realizados antes del año 2000 se basaban para evaluar la calidad del agua únicamente por medio de índices de diversidad como el de Shannon-Weaver, Dominancia de Simpson y Riqueza de Margalef o en algunos por medio de la identificación de familias utilizando en su mayoría las claves taxonómicas de Roldan (1988)<sup>23</sup> y McCafferty(1983)<sup>24</sup>, pero después del año mencionado anteriormente, se comenzó a utilizar como complemento los índices biológicos BMWP, el ASPT (puntaje obtenido por BMWP dividido en número de familias) y EPT (Índice que utiliza las familias Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera).

Respecto a la metodología, se pudo observar en esta revisión que para evaluar la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos se establecen estaciones de muestreo, teniendo en cuenta la longitud, profundidad, actividades antrópicas aledañas al cuerpo hídrico y el análisis de los usos del agua por parte de la comunidad, así mismo, desde el año 2005 se evidencia la inclusión en los estudios de evaluar la alta, media y baja precipitación en cada uno de los meses para establecer los tiempos de muestreos, al ser los factores climáticos determinantes e influyentes en los resultados arrojados por los bioindicadores sobre el estado del cuerpo

---

<sup>23</sup> ROLDÁN, Gabriel. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá D.C. Fondo FEN Colombia, 1988, p. 217.

<sup>24</sup> MCCAFFERTY, Patrick. Aquatic entomology: the fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives. Jones & Bartlett Learning, 1983.

hídrico, igualmente, la mayoría de los estudios analizados, además, de estudiar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, miden los parámetros fisicoquímicos, debido a que se consideran que estos dos índices se complementan, siendo el pH, el oxígeno disuelto, la conductividad y la temperatura los más utilizados en las investigaciones, toda vez, que se ha demostrado que estos parámetros influyen considerablemente en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Sin embargo, se evidencia en algunos estudios como los realizados en las ciénagas del río Atrato<sup>25</sup>, el Río Ranchería<sup>26</sup>, el humedal El Resbalón<sup>27</sup>, el Río San Juan<sup>28</sup> el Río Teusacá<sup>29</sup>, en la parte media del Río Cabi<sup>30</sup>, cuerpo de agua superficial Los Moyanos en el municipio de

---

<sup>25</sup> MURILLO, Zuleyma. Insectos acuáticos asociados a Eichhornia azurea (Schwartz) Kunth en ciénagas del río Atrato, Chocó-Colombia. En: Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA, [En línea]. Vol. 10, no. 1; (2018); p. 15-24. [Consultado en: 12 de diciembre de 2020] Disponible en <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/533>

<sup>26</sup> CHÁVEZ, Luis., ROMERO Ana., BOLÍVAR., Geomar. Salud ambiental del río Ranchería a través de macroinvertebrados acuáticos en el área de influencia del complejo carbonífero El Cerrejón. En: Tecnura [En línea]. Vol. 24, no. 65, (2020); p. 49-63. [Consultado el 10 de enero de 2021] Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2570/257065015005/257065015005.pdf>

<sup>27</sup> CERÓN Ana et al. Determinación de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados como indicador de calidad del agua del humedal El Resbalón, Cota, Cundinamarca (2017). [Consultado el 2 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9963/CubambienteEBJaramilloetal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

<sup>28</sup> MOSQUERA Zuleyma & MOSQUERA Minerva. Diversidad de la entomofauna acuática y calidad de agua en quebradas del río San Juan, Chocó-Colombia. En: Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica [En línea] Vol. 20. No. 1, (2017); p. 149-161. [Consultado 10 de enero de 2021]. Disponible en <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2125>

<sup>29</sup> LÓPEZ Santiago et al. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). En: Revista Científica Ingeniería y Desarrollo [En línea]. Vol 37. No. 2. (2019); p. 269-288. [Consultado el 15 de febrero de 2021].

<sup>30</sup> MOSQUERA Sonia & RIVAS Marlenis. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA EN LA PARTE MEDIA DEL RÍO CABÍ (QUIBDÓ-CHOCÓ). [Consultado el 10 de mayo de 2021] Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31472431/MACROINVERTEBRADOS\\_COMO\\_INDICADORES\\_DE\\_CALIDAD\\_DE\\_AGUA-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1623309485&Signature=FJkabYhp58FnD0bTfM1KBXzAt-BGyJM7n0-p8Xdkdb-Oitn6TURnxyOP3IToXSi61ehdcw-9~q7dnjubQSTM4FIBpqudh9QK9C8tlx6v4DzZH0hxO6nTcE4vG~c093k0rtgWFWP4EU5B-NppAIPx7w6wREjp7S~fTFtz8-v6yudlyix866EGfytXLmFQldQVDGLTz-l-OsUtNDG46hjquRbB8mVryqGOv30fwi4A3xNja4mFBTsNY3USz84SvloqyhldH9rm6xtJquY-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31472431/MACROINVERTEBRADOS_COMO_INDICADORES_DE_CALIDAD_DE_AGUA-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1623309485&Signature=FJkabYhp58FnD0bTfM1KBXzAt-BGyJM7n0-p8Xdkdb-Oitn6TURnxyOP3IToXSi61ehdcw-9~q7dnjubQSTM4FIBpqudh9QK9C8tlx6v4DzZH0hxO6nTcE4vG~c093k0rtgWFWP4EU5B-NppAIPx7w6wREjp7S~fTFtz8-v6yudlyix866EGfytXLmFQldQVDGLTz-l-OsUtNDG46hjquRbB8mVryqGOv30fwi4A3xNja4mFBTsNY3USz84SvloqyhldH9rm6xtJquY-)



Planadas, Tolima<sup>31</sup>, En Antioquia<sup>32</sup>, en el Río Bogotá y Tota<sup>33</sup>, en el Valle del Cauca<sup>34</sup>, Villa de Leyva<sup>35</sup>, En Acacias - Meta<sup>36</sup>, en la cuenca alta y media del Río Chicamocha en Boyacá<sup>37</sup>, Río Sinú<sup>38</sup> y sistemas hídricos artificiales del departamento de Boyacá<sup>39</sup> donde también se toman muestras y réplicas para analizar directamente en el laboratorio y poder calcular los índices ICA, buscando garantizar así la efectividad de los resultados y poder analizar las discrepancias que se presentan entre los índices biológicos y

---

[OpQNJkhBM29aBxSwE~kVGwS2hB6iRVedWNqxJnJhuv1vnbgYI1P84Jh3kiTsvvbdM3PUuA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](http://hdl.handle.net/20.500.12494/32622)

<sup>31</sup> LAGUNA, Jhon. Análisis puntual de calidad de agua en el cuerpo de agua superficial los moyanos en el municipio de Planadas-Tolima con base en variables fisicoquímicas y macroinvertebrados acuáticos [En línea]. Tesis de pregrado. Universidad Cooperativa de Colombia, 2020.[Consultado el 5 de junio de 2021]. Disponible en: Repositorio Institucional UCC. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/32622>

<sup>32</sup> LONDOÑO, Yazmin, SUÁREZ, Lucía & MORENO Patricia. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua en tres quebradas de alta montaña de Antioquia, Colombia. 2017

<sup>33</sup> MENESES, CASTRO & JARAMILLO, Op cit., p.14.

<sup>34</sup> MOSQUERA, Duberly. & PEÑA, Enrique. “Ensamblaje” de macroinvertebrados acuáticos y su relación con variables fisicoquímicas en un río de montaña en Colombia. En: Revista de Biología Tropical [En línea]. Vol. 67, no. 6.(2019); p.1235-1246. [Consultado el 24 de enero de 2021]. Disponible en: <https://dx.doi.org/doi10.15517/rbt.v67i6.30842>

<sup>35</sup> ROCHA, Zulma, & CUELLAR, Luz. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en áreas restauradas de la quebrada La Colorada, municipio de Villa de Leyva, Colombia. En: Cuaderno Activa. [En Línea]. Vol. 11, (2019); p.13-21. [Consultado el 30 de marzo de 2021] Disponible en: <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/573>

<sup>36</sup> FORERO Laura & MORA Camilo. Relación entre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos bentónicos (MAB), microhábitats y bosque ripario en la zona alta de río Acacias-Meta (2020).[Consultado el 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/28021>

<sup>37</sup> SÁNCHEZ, Daniel & PINILLA, Gabriel. Aproximación preliminar a un índice multimétrico de macroinvertebrados (IMARBO) para evaluar el estado ecológico de ríos de las cuencas alta y media del río Chicamocha en Boyacá, Colombia. En: Gestión y Ambiente [En línea] Vol. 23, no. 1 (2020); p. 3-4.[Consultado el 31 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7532564>.

<sup>38</sup> GALEANO, ALVAREZ & PALENCIA, Op cit., p.14.

<sup>39</sup> HERNÁN, Johan et al. Macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua en sistemas hídricos artificiales del Departamento de Boyacá, Colombia. En: Producción más Limpia. [En línea]. Vol. 15, no. 1 (2020); p.35-48. [Consultado el 12 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=19090455&AN=145396608&h=Jo3X1j8AphXq8bY0%2fDoCAkGn17hgYkHxUEeU%2f3dN Vss1iPw6wllvvhYmoAF5woDxYBz2tiTXpVcCaGuHSFcYRQ%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminW ebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehos t%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d19090455%26AN%3d145396608>

fisicoquímicos. Aunque, cabe mencionar que esta práctica se ha fortalecido en los últimos diez años, aún se evidencia que la mayoría de los estudios que utilizan los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua, toman únicamente muestras in-situ de parámetros fisicoquímicos, teniendo como herramienta principal para la valoración el cuerpo hídrico a los macroinvertebrados acuáticos, siendo algunos de estos estudios los realizados en el departamento del Chocó<sup>40</sup>, El municipio de Villa de Leyva<sup>41</sup> y en Boyacá<sup>42</sup> además del Río Hato Laguna ubicado en la cordillera oriental de los Andes Colombianos<sup>43</sup>

La visita a campo para establecer la red de muestreo, como el uso de la cartografía para identificar las fuentes de vertimiento domésticas, industriales, los puntos de captación y la presencia de vegetación ribereña, son importantes al realizar un estudio con los bioindicadores, toda vez, que dichos factores son determinantes tanto para la calidad del agua como para el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados como se demostró en el estudio realizado en el río Teusacá, en Cundinamarca<sup>44</sup>. De la misma forma, algunos estudios realizan muestreos comparativamente, por ejemplo, se pueden tomar

---

<sup>40</sup> MURILLO & MOSQUERA, Op cit., p.37.

<sup>41</sup> ROCHA & CUELLAR, Op cit., p.37

<sup>42</sup> GARCÍA, Jack. et al Evaluación de la calidad del agua empleando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y macroinvertebrados acuáticos en el Río Batán Cundinamarca entre julio y agosto de 2017. En: Revista Ciencias Agropecuarias. [En línea] Vol. 4, no. 1.(2020); p.18-26.[ Consultado el 26 de mayo de 2021]. Disponible en:

[http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias\\_agropecuarias/article/view/301](http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias_agropecuarias/article/view/301)

<sup>43</sup> MOTTA, Angela, LONGO, Magnolia., & Aranguren Nelson. Variación temporal de la diversidad taxonómica y rasgos funcionales de los macroinvertebrados acuáticos en ríos temporales en la isla de Providencia, Colombia.2017. [Consultado en 3 de abril de 2021]. Disponible en: <http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/9056>

<sup>44</sup> LÓPEZ et al, Op cit., p.37

antes y después de las bocatomas<sup>45</sup> y así mismo identificar la variación de la calidad del agua a medida que se avanza en ecosistemas lóticos y lénticos como se observó en el río Chipalo<sup>46</sup> y en el humedal El Resbalón<sup>47</sup> respectivamente, así como en ecosistemas lénticos desde zonas con gran impacto causado por las actividades antrópicas, hasta zonas con vegetación aledaña sin ningún tipo de intervención humana como en parte del Chocó Andino Ecuatoriano<sup>48</sup>. Es decir, además de analizar el estado del cuerpo hídrico, también es necesario no influir en los efectos de los estresores naturales como el clima, geomorfología y la geología.<sup>49</sup>

Continuando con la metodología para utilizar a los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, en los estudios se han clasificado de acuerdo con las categorías taxonómicas (División, clase, orden, familia, género y especie), donde la mayoría terminó su clasificación a nivel de familia, al ser este taxón el más utilizado para el cálculo de los índices biológicos. Respecto al muestreo, comúnmente se realizan réplicas según las condiciones de los

---

<sup>45</sup> MOSQUERA & PEÑA, Op cit., p.37

<sup>46</sup> CUELLAR, Diego. Evaluación del río Chípalo con fines de restauración (2019).

<sup>47</sup> CERÓN et al, Op cit., p.37

<sup>48</sup> MACHADO Verónica., GRANDA, Roberto., & ENDARA, Alexandra. Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano. En: Enfoque UTE.[En línea] Vol. 9, no. 4.(2018); p.154-167. [Consultado el 1 de junio del 2021]. Disponible en:

[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422018000400154](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000400154)

<sup>49</sup> RODRIGUEZ, Fabian et al. Estado actual del conocimiento sobre microalgas del perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el departamento del Meta, Colombia. En: Acta Biológica Colombiana.[En línea] Vol. 22, no.3 (2017); p.274-306. [ Consultado el 29 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319053257002.pdf>

microhábitats, cómo en los departamentos de Caldas<sup>50</sup>, Cundinamarca<sup>51</sup> en el río Teusacá<sup>52</sup>, Casanare<sup>53</sup> y en los municipios de Pensilvania<sup>54</sup> y San José de Fragua<sup>55</sup>, además, otra de las herramientas utilizadas es la red D-net con la cual se puede tener un mayor control sobre la misma independientemente de factores como el caudal del cuerpo hídrico, tal como se evidenció en el departamento del Guaviare<sup>56</sup> pero es importante mencionar que en los primeros estudios que se realizaron en Colombia, los cuales comenzaron en el año 1983 en el departamento de Antioquia, por la falta de claridad y fortalecimiento del tema en el país, la recolección de estos individuos se realizaba de forma manual por medio de pinzas, cedazos y redes triangulo para la toma de muestras en las

---

<sup>50</sup> ORREGO et al, Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [En línea] Vol.44, no. 171.(2020); p. 560-571. [Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1027>

<sup>51</sup> Ramírez, Santiago. et al. Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos. En: Avances Investigación en Ingeniería. [En línea] Vol. 16, no. 1(2019); p.49-65. [Consultado el 25 de noviembre del 2020] Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/5191>

<sup>52</sup> HERNÁN et al, Op cit., p.37

<sup>53</sup> PEREA , Sergio et al. Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en la quebrada La Calabozza (Yopal, Casanare) En: Entre Ciencia e Ingeniería. [En línea] (2019); p.14-22. [Consultado el 25 de noviembre de 2020] Disponible en: <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/1123>

<sup>54</sup> MURILLO et al, Op cit., p.14.

<sup>55</sup> CHAUX, Juliette. et al. Biodiversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados al Río Fragua Chorroso y su papel como bioindicador de calidad de agua. En: Revista Facultad De Ciencias Básicas. [En línea]. Vol 14, no. 2.(2018); p. 130-137. [Consultado el 10 mayo de 2021]. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3222>

<sup>56</sup> PIÑEROS Katherine. Composición y estructura de macroinvertebrados en una laguna amazónica del municipio de Calamar (Guaviare, Colombia). (2019). [Consultado el 10 mayo de 2021]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/15947>

orillas de los cuerpos hídricos, como se evidencio en los estudios realizados en el río Medellín<sup>57</sup> y en algunos ríos de la región de Urabá en 1989<sup>58</sup>

Por lo ya mencionado, se evidencia que con el pasar del tiempo la forma de estudiar los cuerpos hídricos utilizando los macroinvertebrados acuáticos se ha fortalecido. Desde el año 2015 se observó en algunos estudios la implementación de distintas herramientas tecnológicas (software) para apoyarse en los análisis de los cuerpos de agua, ya que, las técnicas clásicas fallan cuando hay demasiadas variables. Es decir, al estar compuestos de métodos estadísticos, permiten realizar técnicas de permutación complejas, minimizando el porcentaje de error.<sup>59</sup> Puntualmente, en esta monografía se identificaron softwares de investigación y desarrollo como Primer V5, el cual fue utilizada en el Río Sinú en el municipio de Montería<sup>60</sup>, ANOVA en el Río Santo Tomás en el municipio de Pensilvania, donde se estableció las diferencias entre los puntos de muestreo mediante un análisis de varianza<sup>61</sup>, INFOSTAT en el Río Fragua Chorroso donde se analizó la biodiversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y su influencia en la calidad del agua<sup>62</sup> y por último se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis a través del

---

<sup>57</sup> MATTHIAS, Uwe, & MORENO, Humberto. Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos en el Río Medellín y sus principales afluentes. En: Actualidades biológicas [En línea]. Vol. 12, no. 46(1983); p.106-117. [Consultado el 14 mayo de 2021]. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/330309>

<sup>58</sup> RAMÍREZ, John., & ROLDÁN, Gabriel. Contribución al conocimiento limnológico y de los macroinvertebrados acuáticos de algunos ríos de la región del Urabá antioqueño. En: Actualidades Biológicas. [En línea]. Vol.18, no.66(1989); p.113-121 . [Consultado el 15 enero de 2021]. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/329869>

<sup>59</sup> PRIMER-e. PRIMER versión 7. [Sito web]. [Consultado: 1 diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.primer-e.com/our-software/>

<sup>60</sup> GALEANO, ALVAREZ & PALENCIA, Op cit., p.14.

<sup>61</sup> MURILLO et al, Op cit., p.14.

<sup>62</sup> CHAUX et al, Op cit., p. 40.

programa estadístico Statgraphics Centurion, el cuál fue utilizado en la cuenca media del Río Guatapurí en el municipio de Valledupar al observar que luego de realizar tres réplicas, los datos no cumplieron con lo asumido inicialmente como “normalidad” con el objetivo de comprobar si un grupo de datos provenía de la misma población<sup>63</sup>. Igualmente, en algunos estudios se ha implementado realizar un análisis de correlación canónica para evaluar la relación de los parámetros fisicoquímicos con los índices biológicos, como se realizó en el río Sinú de Antioquia.

Como se mencionó anteriormente, el análisis de la zona donde se establecen los puntos de muestreo es de gran importancia para garantizar la efectividad del análisis al usar los índices biológicos, debido a que factores como La vegetación ribereña es determinante para la diversidad y composición de los macroinvertebrados acuáticos<sup>64</sup>, así como también, brinda protección y tienen una relación positiva en la estructura de los macroinvertebrados<sup>65</sup>, adicionalmente, se le atribuye a la mejora del hábitat y de la calidad del agua<sup>66</sup>. Además, en las microcuencas de los andes centrales, se

---

<sup>63</sup> NÚÑEZ, Julio. & Frago Pedro. Uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la cuenca media del río Guatapurí (Valledupar, Colombia). En: Información tecnológica.[En línea] Vol. 31, no. 6 (2020);p.207-216. [Consultado el 24 de diciembre]. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642020000600207&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642020000600207&script=sci_arttext)

<sup>64</sup> MURILLO & MOSQUERA, Op cit., p.37.

<sup>65</sup> RODRÍGUEZ, Jeymy. & ROJAS, Juan. Composición y aspectos funcionales de los macroinvertebrados acuáticos presentes en una microcuenca de cabecera en los Andes de Risaralda, Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [En línea] Vol. 44, no. 171.(2020);p. 581-592.[Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1085>

<sup>66</sup> CÁRDENAS, Aura. et al. Biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en la subcuenca de los ríos Bul Bul y Paiwas, Matiguás, Nicaragua. En: Encuentro,[En línea] no.77. (2007);p. 83-93. [Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en: <https://lamjol.info/index.php/ENCUENTRO/article/view/3678>

demonstró la influencia de la vegetación en la calidad del cuerpo hídrico ya que al comparar los resultados de una zona con otra del mismo río donde no se encontraban bosques de protección, se evidenciaron aguas ligeramente contaminadas<sup>67</sup>, lo que relaciona al bosque con su capacidad para amortiguar el impacto negativo que producen actividades antrópicas como la ganadería. Igualmente, es importante mencionar que la mayoría de los estudios analizados que utilizaron macroinvertebrados acuáticos para valorar la calidad del agua van acompañados con valoraciones de abundancia y diversidad de estos individuos, pero es importante saber que las diferencias de morfología generan cambios en el tipo y disponibilidad de sustratos y estos tienen una relación con la abundancia y diversidad de macro invertebrados, como se observó en el río San Juan de Chocó, donde se presentó una relación directamente proporcional entre la abundancia y la heterogeneidad de los sustratos y la diversidad con la variedad de sustratos<sup>68</sup>. Así mismo, se ha demostrado que la deforestación es una de las actividades antrópicas que mayormente interfiere en la diversidad taxonómica de los macroinvertebrados<sup>69</sup>, como se demostró en cuatro quebradas andinas de Colombia, en el río ranchería de la Guajira<sup>70</sup> y en los otros 71 estudios donde se evidenció que aquellas

---

<sup>67</sup> RAMÍREZ, Yuly. et al. Influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia. En: Revista de Biología Tropical. [En línea] Vol. 66. No. 3.(2018);p.1244-1257. [Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000301244&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000301244&script=sci_arttext)

<sup>68</sup> MURILLO & MOSQUERA. Op cit., p. 37.

<sup>69</sup> GALEANO, Esnedy. & MANCERA, Néstor. Efectos de la deforestación sobre la diversidad y la estructura del ensamblaje de macroinvertebrados en cuatro quebradas Andinas en Colombia. En: Revista de Biología Tropical [En línea]. Vol. 66, no. 4(2018);p. 1721-1740. [ Consultado el 10 de mayo de 2021] Disponible el [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000401721&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000401721&script=sci_arttext)

<sup>70</sup> ROMERO et al, Op cit., p.37.

estaciones con áreas boscosas no perturbadas o con poca actividad antrópica presentaban mayor diversidad y abundancia.

En el país se evidencia que con los macroinvertebrados acuáticos se han estudiado tanto ecosistemas lenticos como loticos, siendo los índices más predominantes para valorar la calidad del agua el BMWP/COL, ABI, ETP y ASPT y los índices de diversidad de Shannon- Weaver, Margalef y el de dominancia de Simpson. Adicionalmente, como se citó anteriormente, lo más recomendado es unir los índices biológicos con los parámetros fisicoquímicos para garantizar la efectividad de los resultados, toda vez, que los parámetros fisicoquímicos manejan escalas que permiten evaluar el grado de contaminación de un cuerpo hídrico y se consideran influyentes en la comunidad de macro invertebrados, como lo observaron en la ciénaga de Palagua, donde determinaron que la alcalinidad y la profundidad son factores influyentes en esta comunidad y que el deterioro de la calidad del agua va asociada a la disminución de pH y OD y un aumento en la conductividad eléctrica<sup>71</sup>; así mismo, encontraron en la parte alta del río Acacias en meta, que el pH tuvo una correlación positiva con la abundancia de Macroinvertebrados bentónicos, presentando una alta sensibilidad al pH, temperatura y el caudal, ya que al alcalinizarse el pH y disminuir el oxígeno disuelto de una estación a otra, disminuye la diversidad de

---

<sup>71</sup> MONTOYA, Sergio.et al. Macroinvertebrados asociados a raíces de *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) en la Ciénaga de Palagua (Colombia). En: Ambiente y Desarrollo. [En línea]. Vol. 22. No. 43.(2018) [Consultado el 13 abril de 2021]. Disponible en [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/AyD/22-43%20\(2018-II\)/151560179007/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/AyD/22-43%20(2018-II)/151560179007/)



organismos y se generan otros que tienen mayor resistencia a las actividades antrópicas.<sup>72</sup>

Al evaluar la calidad del agua, se pueden presentar discrepancias en la valoración del grado de contaminación dada por los parámetros fisicoquímicos y por los índices biológicos, como fue el caso en el río Sinú de Antioquia<sup>73</sup> en el que los índices fisicoquímicos (ICA-NSF, ICA -ROJAS, ICAUCA) arrojaron que la calidad del agua es buena mientras que el índice biológico (BMWP) arrojó que la calidad es aceptable lo que indica que son aguas ligeramente contaminadas, pudiéndose atribuir estos resultados a la ubicación de las estaciones de muestreo y al momento de la toma. Por ende, se observó que noventaicuatro de las investigaciones analizadas utilizaban tanto los índices biológicos como los parámetros fisicoquímicos para evaluar eficazmente la calidad del agua y para analizar la relación entre los parámetros con el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados como se mencionó anteriormente.

Continuando con la relación que existe entre los parámetros y la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, especialmente a nivel de familias se evidencio en el río Ranchería que la presencia de las familias Baetidae, Isonychiidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae (Ephemeroptera), Calopterygidae, Gomphidae, Platycnemididae (Odononata), Corexidae, Gerridae, Naucoridae se correlacionan positiva y fuertemente con el pH y el OD y que las familias Palaemonidae, Coenagrionidae, Chironomidae, Hydrobiidae, Dryopidae

---

<sup>72</sup> FORERO & MORA, Op cit., p.37

<sup>73</sup> GALEANO, ALVAREZ & PALENCIA, Op cit., p.14.

y Tetragnathidae tienen una correlación con la temperatura, turbiedad, cloruros y nutrientes<sup>74</sup>. Adicionalmente, en el río Cabí en el departamento del choco se evidencio que existe una relación entre la abundancia de familias como la Trichóptera que son indicadoras de buena calidad con la abundancia de microhábitats y de las condiciones de temperatura<sup>75</sup>. Por otro lado, en la revisión realizada por Durán & Suárez en el año 2018, la presencia de familias Tubificidae y Glossiphoniidae que indican aguas de mala calidad con altos índices de contaminación, presentan congruencia entre las enfermedades causantes en el ser humano al tener contacto con estas aguas como dermatitis o infecciones<sup>76</sup>.

Respecto a los índices biológicos, se observó que desde el año 2004 se utilizaba para valorar la calidad del agua, principalmente los índices de diversidad alfa (incluye diversidad de Shannon, Dominancia de Simpson y Riqueza de Margalef), junto con la identificación de los macroinvertebrados acuáticos, realizando un análisis del tipo de aguas y ambientes característicos de estos taxones, pero después de dicho año en las investigaciones que tenían como objetivo evaluar la calidad del cuerpo hídrico utilizaban tanto los índices de diversidad y abundancia como los índices ASPT, ETP & BMWP principalmente, como complemento.

---

<sup>74</sup>ROMERO et al, Op cit., p.37.

<sup>75</sup>MOSQUERA & RIVAS, Op cit., p.37.

<sup>76</sup> DURÁN, Andrea & SUÁREZ, Daniela. Determinación del tratamiento y la calidad de agua utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. En Dinámica ambiental [En línea] no. 2(2018); p. 9-25.[Consultado el 20 de abril de 2021]. Disponible en <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ambiental/article/view/5768>

Es importante mencionar que el índice BMWP, es uno de los más utilizados, debido a que Roldan hizo una adaptación para Colombia y en los estudios se considera como un índice sencillo y confiable, además, este índice permite que se le realicen diferentes adaptaciones de acuerdo a las condiciones morfológicas y climáticas de la zona del cuerpo hídrico, como se realizó en el río pamplonita en Norte de Santander<sup>77</sup> por lo anterior, se observó que 18 de los estudios analizados utilizaron únicamente este índice para la clasificación del agua. Además, por el lado de la efectividad se ha demostrado que el BMWP y el ETP (Índice que utiliza las familias Ephemeroptera, Trichóptera, Plecóptera,) arrojan resultados similares, como lo evidenciaron en la cuenca media del río Cabí<sup>78</sup>, donde estos índices clasificaron la calidad ecológica de las aguas como buena, mientras que la valoración arrojada por ASPT no fue acertada; situación similar se presentó en la quebrada santo tomas del municipio de Pensilvania, en la cual se presentan vertimientos de aguas residuales domésticas y contiene vegetación ribereña en las partes altas de la quebrada, obteniéndose por BMWP y ETP como aguas ligeramente limpias, mientras que el ASPT como aguas ligeramente contaminadas.<sup>79</sup> Al hablar de índices es importante mencionar que el índice ABI es más sensible que el BMWP/COL a las

---

<sup>77</sup> HERRERA, Marjorie. El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río pamplonita norte de Santander. En: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. [En línea] Vol. 3. No. 2 (2005);p. 54-67. [Consultado el 20 de abril del 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/903/90330207.pdf>

<sup>78</sup> MOSQUERA & RIVAS, Op cit., p.37

<sup>79</sup> MURILLO et al, Op cit., p.14.

actividades antrópicas, como lo demostraron en el río Tota<sup>80</sup>, donde el índice BMWP dio una valoración de buena calidad del agua mientras que el ABI arrojó unas variaciones entre aceptable y muy crítica, debido a las perturbaciones humanas aledañas al río. Así mismo, se observó que en estudios como el realizado en las microcuencas de los andes centrales, donde se comparó la calidad de cuatro quebradas con bosques ribereños y en buen estado y las otras cuatro totalmente desprotegidas(sin vegetación ribereña) y con relación directa con la ganadería, observando que el índice ETP se mostró más sensible a estas alteraciones que el BMWP, lo que se relacionó a la dominancia de ciertos grupos y no por la riqueza (número de taxones), siendo muy similar para ambos tipos de cobertura, por lo que estas diferencias fueron mejor detectadas por el indicador de abundancia (número de individuos) relativa de EPT, el cual tiene en cuenta no solo la presencia de los órdenes sino también su abundancia<sup>81</sup>. Por este tipo de discrepancias y factores que influyen en los resultados arrojados por estos índices, desde el año 2003 algunos estudios como los realizados en la Quebrada la Bendición, en Choco, las quebradas cristalina y la Risaralda en Antioquia, río negro y en el río Quibdó no calculaban solo un índice de los tres, esto para analizar qué factores influyen sobre los resultados arrojados por estos índices, la similitud o discrepancia de sus resultados.

Los factores climáticos pueden influir en los resultados arrojados tanto para valorar la calidad del cuerpo hídrico como para estudiar la abundancia y

---

<sup>80</sup> MENESES, CASTRO & JARAMILLO, Op cit., p.14.

<sup>81</sup> RAMÍREZ et al., Op cit., p.43.

diversidad, por ende, se observó que en la mayoría de los estudios realizaron muestreos tanto en época lluviosa como seca, logrando confirmar la influencia de estos factores en cualquier ecosistema, toda vez, que en la época lluviosa se diluye el contaminante y ocasiona que se minimice el grado de contaminación, como lo comprobó en la ciénaga de mata de palma, donde el cuerpo hídrico en época lluviosa fue clasificado como aguas ligeramente contaminadas, mientras que en el periodo seco como aguas muy contaminadas<sup>82</sup>, por otro lado se encontró en el estudio realizado en ríos temporales de la isla providencia, que estas condiciones hidrológicas inciden en la estructura y funcionalidad de estos individuos<sup>83</sup>. Y Por el lado de la riqueza y diversidad de estos individuos, se observó que en la época de lluvia disminuye la riqueza por el aumento de la creciente, así como también la época y la heterogeneidad de hábitat determinan patrones de diversidad<sup>84</sup>.

Como se ha mencionado anteriormente, esta comunidad de macroinvertebrados es muy perceptible a las actividades antrópicas y evidencia el impacto que se genera sobre los ecosistemas, información que se ha demostrado en los estudios realizados en los cuerpos hídricos Colombianos, como en el río Batán donde en las zonas aledañas del cuerpo de agua se

---

<sup>82</sup> NUÑEZ, Julio, & FRAGOSO, Pedro. Uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de contaminación del agua de la Ciénaga Mata de Palma (Colombia). En: Información tecnológica [En línea] Vol. 30. No. 5(2019);p.319-330. [Consultado el 1 de mayo de 2021] Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500319&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500319&script=sci_arttext)

<sup>83</sup> MOTTA, LONGO & ARANGUREN, Op cit., p.38

<sup>84</sup> CÓRDOBA, Gabriela. et al. Variación espaciotemporal de macroinvertebrados acuáticos en la Lindosa, Guayana colombiana. En: Revista de Biología Tropical. [En línea] Vol. 68. No.2 (2020);p. 452-465. [Consultado el 1 de abril de 2021] Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442020000200452&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442020000200452&script=sci_arttext)

presenta pérdida del bosque de galería por el cultivo de café, vertimientos de aguas domésticas y de material proveniente del cultivo, lo que va asociado a la disminución de la diversidad de estos individuos y según el índice BMWP/COL se encuentra en un nivel medio de contaminación, teniendo predominancia la familia BATIDAE (que tiene una Tolerancia media)<sup>85</sup>, esto evidencia la efectividad y coherencia de los resultados arrojados por los macroinvertebrados acuáticos para evaluar la calidad del agua, incluso algunos de estos estudios van acompañados de recomendaciones para controlar el deterioro progresivo del cuerpos hídricos o prevenir riesgos para la salud Humana, como en el estudio realizado en el río Batán, donde se recomendó restringir el uso de esta agua para consumo humano y riego. Así mismo, esta comunidad de macroinvertebrados acuáticos se ha utilizado para evaluar la calidad del agua de cuerpos hídricos en diferentes condiciones como tres quebradas de alta montada en Antioquia que presentan deforestación por ganadería, agricultura y bosque comercial., así mismo, el río Acacias, la quebrada Andina en Antioquia, río Medellín, río Chicú en Cundinamarca, entre otros.

## **10. CONCLUSIONES**

Los macroinvertebrado acuáticos han sido utilizados para evaluar la calidad del agua en Colombia especialmente en el área de la Biología, ya que es una alternativa confiable, de bajo costo y da una visión histórica y espacial del cuerpo hídrico. Pero, por el contrario, en las áreas donde se toman las decisiones

---

<sup>85</sup> GARCÍA et al, Op cit., p. 38.

respecto al diseño e implementación de los planes de manejo ambiental es poca la importancia que se le da a esta alternativa y a realizar una revisión bibliográfica de los estudios limnológicos existentes de la zona de estudio para realizar el diagnóstico del cuerpo de agua, ya que en su mayoría esta etapa se realiza únicamente a partir de los parámetros fisicoquímicos, información cartográfica y socioambiental de la zona.

Se evidenció que los bioindicadores por su grado de sensibilidad se han utilizado en diferentes cuerpos hídricos de Colombia, los cuáles han sido impactados negativamente por diferentes actividades antrópicas en las zonas aledañas, brindando información valiosa para priorizar los programas ambientales y de esta manera garantizar la eficiencia de las medidas adoptadas. Sin embargo, al momento de utilizar los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua, se deben tener en cuenta factores como la variación climática, puntos estratégicos para la toma de muestras y la altura, ya que estas pueden afectar la veracidad de los resultados obtenidos.

Es importante resaltar que los parámetros fisicoquímicos son directamente proporcionales e influyentes en la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos, por lo que estos se deben trabajar de manera conjunta, garantizando así la observación eficaz de la alteración presente en el ecosistema, siendo fundamentales al momento de tomar decisiones tanto en el campo de las ciencias naturales como en el de la Ingeniería.

## **11. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS.**

- BOLTOVSKOY, E. Indicadores biológicos en la oceanografía. En Ciencia e investigación, [En línea]. Volumen 23, No. 3. (1967), [Consultado en 20 de noviembre de 2020].
- BONADA, N. et al. Ecological profiles of caddisfly larvae in Mediterranean streams: implications for bioassessment methods. En: Environmental pollution. [Revista academica en línea]. Volumen 132. No. 3 (2004); p.509-521. [Consultado en 6 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749104001915>
- CÁRDENAS, Aura. et al. Biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en la subcuenca de los ríos Bul Bul y Paiwas, Matiguás, Nicaragua. En: Encuentro,[En línea] no.77. (2007);p. 83-93. [Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en: <https://lamjol.info/index.php/ENCUENTRO/article/view/3678>
- CARRERA, Carlos., & FIERRO, Karol. Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. (2001).
- CERÓN Ana et al. Determinación de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados como indicador de calidad del agua del humedal El Resbalón, Cota, Cundinamarca (2017). [Consultado el 2 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9963/CubambienteE>



[BJaramilloetal.pdf?sequence=1&isAllowed=y.](#)

- CHANG, José. Calidad de agua. 2009.
- CHAUX, Juliette. et al. Biodiversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados al Río Fragua Chorroso y su papel como bioindicador de calidad de agua. En: Revista Facultad De Ciencias Básicas. [En línea]. Vol 14, no. 2.(2018); p. 130-137.  
[Consultado el 10 mayo de 2021]. Disponible en:  
<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3222>
- CHÁVEZ, Luis., ROMERO Ana., BOLÍVAR., Geomar. Salud ambiental del río Ranchería a través de macroinvertebrados acuáticos en el área de influencia del complejo carbonífero El Cerrejón. En: Tecnura [En línea]. Vol. 24, no.65, (2020); p.49-63. [Consultado el 10 de enero de 2021] Disponible en  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/2570/257065015005/257065015005.pdf>
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3930 (25, Octubre, 2010). Por el cual se reglamenta Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 11I- Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones [En línea] Santa Fe de Bogotá, D.C; 2010. [Consultado: 30 noviembre de 2020]. Disponible en:  
[https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec\\_3](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_3)

[930\\_2010.pdf](#)

comparativo de indicadores de la calidad del agua del río Sinú municipio de Montería,

- CÓRDOBA, Gabriela. et al. Variación espaciotemporal de macroinvertebrados acuáticos en la Lindosa, Guayana colombiana. En: Revista de Biología Tropical. [En línea] Vol. 68. No.2 (2020);p. 452-465. [Consultado el 1 de abril de 2021] Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442020000200452&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442020000200452&script=sci_arttext)
- Córdoba. En: Revista Divulgativa Multidisciplinar De Ciencia, Tecnología E Innovación. Vol., N° 1; página. 55-64.
- CUELLAR, Diego. Evaluación del río Chípalo con fines de restauración (2019).
- DURÁN, Andrea & SUÁREZ, Daniela. Determinación del tratamiento y la calidad de agua utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. En Dinámica ambiental [En línea] no. 2(2018); p. 9-25.[Consultado el 20 de abril de 2021]. Disponible en <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ambiental/article/view/5768>
- FORERO Laura & MORA Camilo. Relación entre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos bentónicos (MAB), microhábitats y bosque ripario en la zona alta de río Acacias-Meta (2020).[Consultado el 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/28021>

- GALEANO, Carlos; ÁLVAREZ Katerin., & ESTRADA, Paula Análisis
- GALEANO, Esnedy. & MANCERA, Néstor. Efectos de la deforestación sobre la diversidad y la estructura del ensamblaje de macroinvertebrados en cuatro quebradas Andinas en Colombia. En: Revista de Biología Tropical [En línea]. Vol. 66, no. 4(2018);p. 1721-1740. [ Consultado el 10 de mayo de 2021] Disponible el [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000401721&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000401721&script=sci_arttext)
- GALEANO, Esnedy. & MANCERA, Néstor. Efectos de la deforestación sobre la diversidad y la estructura del ensamblaje de macroinvertebrados en cuatro quebradas Andinas en Colombia. En: Revista de Biología Tropical [En línea]. Vol. 66, no. 4(2018);p. 1721-1740. [ Consultado el 10 de mayo de 2021] Disponible el [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000401721&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000401721&script=sci_arttext)
- GAMBOA, Maribet, REYES, Rosa, & ARRIVILLAGA, Jazzmin. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. En: Boletín de Malariología y Salud Ambiental [Revista académica en línea] Volumen. 48, No. 2 (2008); p.109-120. [Consultado 26 de enero de 2021]. Disponible en:[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-46482008000200001&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000200001&lng=es&tlng=es)
- GARCÍA, Jack. et al Evaluación de la calidad del agua empleando

parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y macroinvertebrados acuáticos en el Río Batán Cundinamarca entre julio y agosto de 2017. En: Revista Ciencias Agropecuarias. [En línea] Vol. 4, no. 1.(2020); p.18-26.[ Consultado el 26 de mayo de 2021]. Disponible en:

[http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias\\_agropecuarias/article/view/301](http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias_agropecuarias/article/view/301)

- HERNÁN, Johan et al. Macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua en sistemas hídricos artificiales del Departamento de Boyacá, Colombia. En: Producción más Limpia. [En línea]. Vol. 15, no. 1 (2020); p.35-48. [Consultado el 12 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=19090455&AN=145396608&h=Jo3X1j8AphXq8bY0%2fDoCAkGn17hgYkHxUEeU%2f3dNVss1iPw6wllvhhYmoAF5woDxYBz2tiTXpVcCaGuHSFcYRQ%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d19090455%26AN%3d145396608>
- HERRERA, Marjorie. El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río pamplonita norte de Santander. En: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. [En línea] Vol. 3. No. 2 (2005);p. 54-67. [Consultado el 20 de abril del 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/903/90330207.pdf>

- IDEAM Estudio Nacional del Agua, Instituto de Hidrología, Meteorología y Asuntos Ambientales -IDEAM-, Bogotá, Colombia, 452. (2019).  
[Consultado 10 de diciembre de 2020] Disponible en [http://www.andi.com.co/Uploads/ENA\\_2018-comprimido.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2018-comprimido.pdf)
- IDEAM. Macroinvertebrados acuáticos, determinación taxonómica - conteo. (2006).[Consultado el 30 de noviembre de 2020] Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Macroinvertebrados+acuaticos..pdf/e5730a5b-069f-4400-8d2d-a31d8603a196>
- LACAMBRA, Carmen Liliana. *et al* .*Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, 2003.
- LAGUNA, Jhon. Análisis puntual de calidad de agua en el cuerpo de agua superficial los moyanos en el municipio de Planadas-Tolima con base en variables fisicoquímicas y macroinvertebrados acuáticos [En línea]. Tesis de pregrado. Universidad Cooperativa de Colombia, 2020.[Consultado el 5 de junio de 2021]. Disponible en: Repositorio Institucional UCC. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/32622>
- LONDOÑO, Yazmin, SUÁREZ, Lucía &. MORENO Patricia. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua en tres quebradas de alta montaña de Antioquia, Colombia. 2017
- LÓPEZ Santiago et al. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). En: Revista Científica Ingeniería y Desarrollo [En línea]. Vol 37. No. 2.(2019);

p. 269-288. [Consultado el 15 de febrero de 2021].

- MACHADO Verónica., GRANDA, Roberto., & ENDARA, Alexandra.  
Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano. En: Enfoque UTE.[En línea] Vol. 9, no. 4.(2018); p.154-167. [Consultado el 1 de junio del 2021]. Disponible en:  
[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422018000400154](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000400154)
- MARGALEF, Ramon, et al. Limnología. Barcelona: Ediciones Omega.1983. Volumen 1009
- MATTHIAS, Uwe, & MORENO, Humberto. Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos en el Río Medellín y sus principales afluentes. En: Actualidades biológicas [En línea]. Vol. 12, no. 46(1983); p.106-117. [Consultado el 14 mayo de 2021]. Disponible en:  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/330309>
- MCCAFFERTY, Patrick. Aquatic entomology: the fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives. Jones & Bartlett Learning, 1983.
- MENESES, Yaneth, CASTRO María, & JARAMILLO, Angela.  
COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN DOS RÍOS ALTOANDINOS MEDIANTE EL USO DE LOS ÍNDICES BMWP/COL. Y ABI. En Acta Biológica Colombiana.[Revista Académica en línea]Volumen 24, No.2. (2019); p. 299-310. [Consultado 20 de mayo de

2021]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n2.70716>

- MONTROYA, Sergio et al. Macroinvertebrados asociados a raíces de *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) en la Ciénaga de Palagua (Colombia). En: Ambiente y Desarrollo. [En línea]. Vol. 22. No. 43.(2018) [Consultado el 13 abril de 2021]. Disponible en [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/AyD/22-43%20\(2018-II\)/151560179007/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/AyD/22-43%20(2018-II)/151560179007/)
- MORENO, Fredy. Diseño de un manual guía del docente para el estudio limnológico de ecosistemas acuáticos para el fortalecimiento de conceptos científicos en estudiantes de educación media. [En línea]. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 2012. [Consultado: 6 diciembre de 2020]. Disponible en Repositorio institucional, biblioteca digital Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75102>
- MOSQUERA Sonia & RIVAS Marlenis. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA EN LA PARTE MEDIA DEL RÍO CABÍ (QUIBDÓ–CHOCÓ). [Consultado el 10 de mayo de 2021] Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31472431/MACROINVERTEBRADOS\\_COMO\\_INDICADORES\\_DE\\_CALIDAD\\_DE\\_AGUA-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1623309485&Signature=FJkabYhp58FnD0bTfM1KBXzAt-BGyJM7n0-p8Xdkdb-Oitn6TURnxyOP3IToXSi61ehdcw-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31472431/MACROINVERTEBRADOS_COMO_INDICADORES_DE_CALIDAD_DE_AGUA-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1623309485&Signature=FJkabYhp58FnD0bTfM1KBXzAt-BGyJM7n0-p8Xdkdb-Oitn6TURnxyOP3IToXSi61ehdcw-)

[9~q7dnjubQSTM4FIBpgudh9QK9C8tlx6v4DzZH0hxO6nTcE4vG~c093k0  
rtgWFWP4EU5B-NppAIPx7w6wREjp7S~fTFtz8-  
v6yudlyix866EGfYtXLmFQldQVDGLTz-l-  
OsUtNDG46hjquRbB8mVryqGOv30fwi4A3xNja4mFBTsNY3USz84Svlog  
yhldH9rm6xtJguY-  
0pQNJkhBM29aBxSwE~kVGwS2hB6iRVedWNqXJnJhuv1vnbqYI1P84Jh  
3kiTsvvbdM3PUuA\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://doi.org/10.1007/s12010-017-0956-6)

- MOSQUERA Zuleyma & MOSQUERA Minerva. Diversidad de la entomofauna acuática y calidad de agua en quebradas del río San Juan, Chocó–Colombia. En: Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica [En línea] Vol. 20. No. 1, (2017); p.149-161. [Consultado 10 de enero de 2021]. Disponible en <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2125>
- MOSQUERA, Duberly. & PEÑA, Enrique. “Ensamblaje” de macroinvertebrados acuáticos y su relación con variables fisicoquímicas en un río de montaña en Colombia. En: Revista de Biología Tropical [En línea]. Vol. 67, no. 6.(2019); p.1235-1246. [Consultado el 24 de enero de 2021]. Disponible en: <https://dx.doi.org/doi10.15517/rbt.v67i6.30842>
- MOTTA, Angela, LONGO, Magnolia., & Aranguren Nelson. Variación temporal de la diversidad taxonómica y rasgos funcionales de los macroinvertebrados acuáticos en ríos temporales en la isla de Providencia, Colombia.2017. [Consultado en 3 de abril de 2021]. Disponible en:  
<http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/9056>



- MURILLO, Zuleyma. Insectos acuáticos asociados a Eichhornia azurea (Schwartz) Kunth en ciénagas del río Atrato, Chocó-Colombia. En: Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA,[En línea].Vol.10, no.1; (2018); p.15-24. [Consultado en: 12 de diciembre de 2020] Disponible en <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/533>
- <sup>1</sup>MURILLO. Sergio, et al. Utilización de macroinvertebrados acuáticos como herramienta para determinar la calidad del agua en la quebrada Santo Tomás, municipio de Pensilvania, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales [Revista académica en Línea]. Volumen 42. No.164.(2018); [Consultado: 26 enero de 2021]. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082018000300212&script=sci\\_abstract&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082018000300212&script=sci_abstract&lng=en)
- NUÑEZ, Julio, & FRAGOSO, Pedro. Uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de contaminación del agua de la Ciénaga Mata de Palma (Colombia). En: Información tecnológica [En línea] Vol. 30. No. 5(2019);p.319-330. [Consultado el 1 de mayo de 2021] Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500319&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500319&script=sci_arttext)
- NÚÑEZ, Julio. & Fragoso Pedro. Uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la cuenca media del río Guatapurí (Valledupar, Colombia). En: Información tecnológica.[En línea] Vol. 31, no. 6 (2020);p.207-216. [Consultado el 24 de diciembre].

Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642020000600207&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642020000600207&script=sci_arttext)

- Organización de las naciones Unidas. Desafíos Globales-Población [Sitio web]. [Consultado: 20 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html#:~:text=Se%20espera%20que%20la%20poblaci%C3%B3n,de%2011.000%20millones%20para%202100>
- ORREGO et al, Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [En línea] Vol.44, no. 171.(2020); p. 560-571. [Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1027>
- PASTRAN, Mercy. Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macroinvertebrados bentónicos, como bioindicadores: estudio de caso en el río Suárez (Chiquinquirá–Boyacá).[En Línea]. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniera Ambiental. Bogotá D.C: Universidad libre. Facultad de ingeniería. Cundinamarca. 2017. 26 p. .[Consultado el 20 de noviembre de 2020]. Disponible en repositorio Universidad Libre. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11180>
- PEREA , Sergio et al. Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en la quebrada La Calabozza (Yopal, Casanare) En: Entre Ciencia e Ingeniería. [En línea] (2019); p.14-22. [Consultado el 25

de noviembre de 2020] Disponible en:

<https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/1123>

- PIÑEROS Katherine. Composición y estructura de macroinvertebrados en una laguna amazónica del municipio de Calamar (Guaviare, Colombia). (2019). [Consultado el 10 mayo de 2021]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/15947>
- PRIMER-e. PRIMER versión 7. [Sito web]. [ Consultado: 1 diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.primer-e.com/our-software/>
- RAMÍREZ, John., & ROLDÁN, Gabriel. Contribución al conocimiento limnológico y de los macroinvertebrados acuáticos de algunos ríos de la región del Urabá antioqueño. En: Actualidades Biológicas. [En línea]. Vol.18, no.66(1989); p.113-121 . [Consultado el 15 enero de 2021].  
Disponible en:  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/329869>
- Ramírez, Santiago. et al. Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos. En: Avances Investigación en Ingeniería. [En línea] Vol. 16, no. 1(2019); p.49-65. [Consultado el 25 de noviembre del 2020]  
Disponible en:  
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/5191>
- RAMÍREZ, Yuly. et al. Influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales

de Colombia. En: Revista de Biología Tropical. [En línea] Vol. 66. No. 3.(2018);p.1244-1257. [Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000301244&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000301244&script=sci_arttext)

- RAMÍREZ, Yuly. et al. Influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia. En: Revista de Biología Tropical. [En línea] Vol. 66. No. 3.(2018);p.1244-1257. [Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000301244&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000301244&script=sci_arttext)
- RESH, Vincent. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. En: Environmental Monitoring and Assessment, [Revista academica en línea], vol. 138, No. 1,(2008); p. 131-138.[Consultado el 1 de diciembre de 2020] Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-007-9749-4>
- ROCHA, Zulma, & CUELLAR, Luz. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en áreas restauradas de la quebrada La Colorada, municipio de Villa de Leyva, Colombia. En: Cuaderno Activa. [En Línea]. Vol. 11, (2019); p.13-21. [Consultado el 30 de marzo de 2021] Disponible en: <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/573>
- RODRIGUEZ, Fabian et al. Estado actual del conocimiento sobre microalgas del perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el

departamento del Meta, Colombia. En: Acta Biológica Colombiana.[En línea] Vol. 22, no.3 (2017); p.274-306. [ Consultado el 29 de diciembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/3190/319053257002.pdf>

- RODRÍGUEZ, Jeymmy. & ROJAS, Juan. Composición y aspectos funcionales de los macroinvertebrados acuáticos presentes en una microcuenca de cabecera en los Andes de Risaralda, Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [En línea] Vol. 44, no. 171.(2020);p. 581-592.[Consultado el 10 de enero de 2021]. Disponible en:  
<https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1085>
- ROLDÁN, Gabriel. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá D.C. Fondo FEN Colombia, 1988, p. 217.
- ROLDÁN, Gabriel. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [Revista académica en línea] .vol. 40,(2016); p. 254-274. [ Consultado: 20 de mayo de 2021] Disponible en:  
<https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/335>
- ROSENBERG David y RESH Vincent. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. No. 504.4 FRE. New York, NY, USA, 1993.
- SÁNCHEZ, Daniel & PINILLA, Gabriel. Aproximación preliminar a un

índice multimétrico de macroinvertebrados (IMARBO) para evaluar el estado ecológico de ríos de las cuencas alta y media del río Chicamocha en Boyacá, Colombia. En: *Gestión y Ambiente* [En línea] Vol. 23, no. 1 (2020); p. 3-4.[Consultado el 31 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7532564>.

- WILCHES-CHAUX, Gustavo. *Fundamentos éticos de la gestión del riesgo*. Nómadas (Col), No.22,2005, p.48-61

## 12. ANEXOS

### Anexo 1. Recolección de datos

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
1983	Antioquia	Evaluar los parámetros fisicoquímicos con los índices biológicos en el río Medellín y sus afluentes	Utilizaron el índice de diversidad de Shannon(se basaba que en corrientes limpias había altos valores de diversidad y por lo contrario en corrientes contaminadas bajos valores) para evaluar la calidad del agua, las muestras se tomaban directamente con pinzas de piedras y sustratos y con retriángulas para las orillas y se utilizaron las claves taxonómicas Pennak (1978), Brown (1978), Corea (1978)	Se presento que el río tiene altas concentraciones de contaminación y una relación en los resultados arrojados tanto por los índices biológicos como por los parámetros fisicoquímicos que lo corroboraron
1989	Antioquia	Realizar una Contribución al conocimiento limnológico y de los macroinvertebrados acuáticos de algunos ríos de la región del Urabá antioqueño	Los macroinvertebrados se capturaron manualmente con pinzas, la identificación se realizó con las claves taxonómicas de Rolan y Álvarez(1983),Rolan (1980, 1985, 1986)	Se encontró una alta diversidad de macroinvertebrados acuáticos, teniendo relación con los resultados arrojados por los parámetros fisicoquímicos los cuales no encontraron que se tuviera mala calidad del agua

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
1989	Magdalena	Estudiar las comunidades macro bénticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua	Se establecieron cinco estaciones de muestreo, se realizaron en el periodo seco y de lluvia, se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos y un análisis de los macroinvertebrados acuáticos presentes para evaluar la calidad del agua y se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Weaver y Riqueza de Margalef	Los parámetros fisicoquímicos se encuentran en los rangos permisibles, igualmente, con los índices de diversidad se obtuvieron valores altos con presencia de familias que son indicadores de aguas de buena calidad
1998	Antioquia	Establecer el patrón de deriva de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presente en esta zona del río Medellín	Cada 6 horas se retiraron las redes, recolectando y fijando en alcohol al 75% para luego ser identificados hasta género y de acuerdo con las densidad de cada población por muestreo y por periodo.	Las poblaciones de macroinvertebrados asociadas a sustratos arenosos sufrirán mayormente los efectos de la descarga incrementada, mientras aquellas asociadas a sustratos rocosos sufrirán menos.
1998	Antioquia	Evaluar el efecto sobre los macroinvertebrados bénticos por la contaminación orgánica en la quebrada La Mosca (Guarne, Antioquia, Colombia)	Se establecieron tres estaciones de muestreo, se realizaron la medición tanto de parámetros fisicoquímicos como macroinvertebrados acuáticos durante un año, para la recolección se utilizó la red surber y se usaron las claves taxonómicas Usinger 1956, Bursk 1975 y Roldan 1988. calcularon los índices de índice de diversidad de Shannon-Weaver, índice de dominancia Simpson, índice de riqueza de Margalef	Se observaron valores muy bajos de diversidad y presencia de Chironomidae que predominan en aguas medianamente contaminadas, igualmente, predominó la comunidad béntica que tolera la contaminación orgánica y a pesar de lo anterior los parámetros fisicoquímicos dieron valores que indican buena calidad, lo que significa que gran parte del año el área estuvo sometida a un deterioro ambiental.
1998		Utilizar a los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de las aguas negras tratadas a través del sistema de	Se establecieron nueve estaciones de muestreo, la evaluación se hizo con identificación de macroinvertebrados, número de especies y número de individuos por especie(uso claves taxonómicas de rolda, Mc cafferty, needham)	Los Ordenes más representativos encontrados fueron el Diptera, Coleóptera, Hemíptera,(presentes en aguas contaminadas o medianamente contaminadas), existieron índices de diversidad bajos y hubo una relación entre los resultados

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
		eriales de oxidación		arrojados por la comunidad de macroinvertebrados y los parámetros fisicoquímicos
2000	Antioquia	Realizar la caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia	Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Weaver y de dominancia de Simpson, establecieron en total 35 estaciones de muestreo teniendo en cuenta ecosistemas perturbados y no perturbados, con épocas de lluvia y de sequía. Para la recolección se utilizó red D-NET y red de pantalla y para la identificación se utilizó la clave taxonómica de Roldan(1988)	Se obtuvo que son aguas que se encuentran en buen estado tanto con los parámetros fisicoquímicos como con los macroinvertebrados acuáticos
2001	Huila	Realizar la Evaluación Ambiental del ecosistema acuático del alto magdalena en el departamento del Huila	Se establecieron 12 estaciones de muestreo, se realizó la medición de parámetros fisicoquímicos, se utilizaron las claves taxonómicas de Roldan 1988, Merritt y comnins y se evaluó la abundancia y diversidad de la comunidad	Respecto a la clase Insecta que se evalúa, se encontró que los órdenes más predominantes es el Diptera, Ephemeroptera y Trichóptera y se observó que disminuye la abundancia de estos individuos por los impactos en el ecosistema
2002	Cundinamarca	Evaluar la Calidad Ecológica Del Río Villeta (Villeta - Cundinamarca)	Se establecieron dos estaciones de muestreo, para la recolección de individuos se utilizó la propuesta por Roldan (1988) con red Surber, Se analizaron parámetros fisicoquímicos y se utilizó el índice BMWP/COL para evaluar la calidad del agua	Con el índice BMWP se obtuvo como aguas ligeramente contaminadas, el orden con mayor abundancia fue el orden de Diptera que toleran altos niveles de contaminación
2002	Cundinamarca	Expresar el efecto de la contaminación orgánica como un factor	Permite el establecimiento de un sistema de indicación biológica para la contaminación orgánica de aguas corrientes sobre la	



Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
		ambiental específico más que afecta la distribución de las familias del macrobentos en la región de estudio	base de macroinvertebrados acuáticos de la Sabana de Bogotá, Colombia - Norte de los Andes. Se asignan valores numéricos de indicación para 57 familias del macrobentos obtenidos con el objeto de cumplir los requerimientos básicos del sistema BMWP.	
2003	Choco	Valorar la diversidad de macroinvertebrados y evaluar la calidad del agua de la quebrada La Bendición, municipio de Quibdó (Chocó-Colombia)	Se seleccionaron tres estaciones de muestreo, cerca al nacimiento de la quebrada y utilizaron la metodología propuesta por Roldan (1996) que incluye sus claves taxonómicas, se calcularon los índices de Diversidad de Shannon-Weaver, Dominancia de Simpson y riqueza de Margalef (Se refiere al mayor número de individuos representados en cada una de las muestras.) EPT, BMWP y ASPT	Se obtuvo con los índices ecológicos que la quebrada presenta una riqueza alta, pero dominancia baja, así mismo, se obtuvo que las aguas de la quebrada son de buena calidad
2003	Quindío	Caracterizar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos del río Roble, Quindío	Se establecieron seis estaciones de muestreo y se utilizaron los índices de diversidad de Shannon-Weaver, índice de dominancia Simpson, índice de riqueza de Margalef, índice de similitud de jaccard (Para comparar la diversidad de la estación Cañón Aguadeños entre los años 1993, 2001 y 2003) y se midieron parámetros fisicoquímicos	El río Roble presentó valores altos de diversidad y se mantuvo constante en todas las estaciones de muestreo lo que significa que las condiciones de las zonas son similares y cuentan con condiciones favorables de vegetación y tipo de sustrato que convienen para el desarrollo de estos individuos
2003	.Antioquia	Estudiar la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a macrofitas flotantes y su relación con la calidad del agua en la	Se establecieron cinco estaciones de muestreo en la ciénaga, se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Weaver, Dominancia de Simpson y la equidad de Pielou, adicionalmente, se utilizaron las claves taxonómicas, Usinger (1956), Roldan	La ciénaga se encuentra en un grado de deterioro ambiental, así mismo, las familias predominantes en la ciénaga son indicadoras de aguas ligeramente contaminadas, como los coleópteros

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
		Ciénaga Colombia. Caucasia, Antioquia	(1988) y Merritt & Cummings (1996)	
2004	Huila	Evaluar las Condiciones Ambientales y realizar una caracterización de Comunidades Acuáticas en el Río Baché	Se establecieron dos estaciones de muestreo y se realizaron cinco análisis fisicoquímicos, la medición de estos parámetros se realizaron in situ y en laboratorio para coliformes, para la recolección se utilizó la red surber y la identificación las claves de Roldan (1988) y Merritt y Cummings(1984) y respecto a índices se utilizó el BMWP	La calidad del río Bache es aceptable, pero se debe limitar el uso de estas aguas, para el consumo humano directamente debido a que en el tiempo de estudio se utilizaba para uso agropecuario, actividades industriales y recreativas
2004	Cundinamarca	Utilizar BIOINDICADORES COMO HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN LA PARTE ALTA DE LA MICROCUENCA LAS DELICIAS	Se establecieron cuatro estaciones de muestreo, donde las dos primeras son aguas arriba y las dos últimas ya se genera vertimientos, se realizaron los muestreos en época de sequía y de lluvia, se utilizó para la evaluación el índice BMWP Y la diversidad por medio del índice de Shannon-Weaver	En la quebrada las delicias se obtuvo valores bajos de diversidad y abundancia, lo que significó una evidencia alteración del ecosistema, así mismo, los resultados arrojados por los parámetros fisicoquímicos arrojaron lo mismo que los bioindicadores
2004	Cundinamarca	Comprobar el grado de confiabilidad de la metodología de redes neuronales para identificar la calidad de agua de 11 cuencas de la sabana de Bogotá	Implementación de la metodología de redes neuronales (RN) como herramienta para la estimación de la calidad del agua en la cuenca alta y media del río Bogotá, Colombia. Los datos usados provienen de 55 sitios correspondientes a once cuencas de la sabana de Bogotá.	Los datos obtenidos con la aplicación de la RN fueron comparados con los valores del índice fisicoquímico del índice de Bioindicación ASPT (Average Score Per Taxon), obteniendo en su mayoría una calidad del agua regular
2005	Norte de Santander	Utilizar el índice biológico BMWP adaptado y modificado para el río pamplonita	Se realizó medición de los parámetros fisicoquímicos pH, T, OD, DBO, DQO, Conductividad y el cálculo de índice BMWP	es importante que para realizar la adaptación de índice BMWP en un cuerpo hídrico, hacer un análisis comparativo de las características de las morfologías capturadas y su

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
				frecuencia de aparición con las condiciones fisicoquímicas determinadas en cada una de las estaciones de muestreo establecidas en los estudios realizados en el río
2005	Cundinamarca	BIOINDICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA: IMPORTANCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS EN LA CUENCA ALTA DEL RIO JUAN AMARILLO, CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ	Se establecieron 15 estaciones de muestreo, donde se midieron parámetros fisicoquímicos como también se hizo la recolección de macroinvertebrados en las dos épocas del año, utilizando la metodología Kick Sampling que utiliza la malla de ojo y realiza muestreo en diferentes hábitats, para evaluar la calidad del agua, utilizaron los índices BMWP, RIQUEZA DE MARGALEF, índice de diversidad de Shannon	En el cuerpo hídrico se evidenció una abundancia de macroinvertebrados acuáticos, siendo la familia más predominante Chironomidae, también que en la época seca hay mayor abundancia debido al aumento de caudal y de sólidos suspendidos, respecto al índice de diversidad en la época lluviosa se obtuvo un valor menor a 2.4 al que se le atribuye a la disminución de OD y aumento de sólidos, significando que tiene una tensión antrópica, respecto al BMWP se obtuvo que la situación en las delicias es crítica y en las quebradas rosales y arzobispo es aceptable
2006	Cundinamarca	Implementación de la metodología de lógica difusa Sugeno que permite el cálculo de la calidad biológica del agua en la sabana de Bogotá, Colombia	Se emplearon un total de 28 sitios correspondientes a 9 subcuencas de la sabana de Bogotá. Los organismos utilizados para la implementación del modelo fueron: Leptoceridae Hydrobiosidae como indicadores de aguas limpias, Planariidae Amphipoda como indicador de aguas contaminadas y como indicadores de aguas muy contaminadas se seleccionaron Psychodidae y Syrphidae.	La metodología propuesta permite implementarlas en cualquier área de interés, con la simple adopción de los ajustes correspondientes como organismos indicadores, funciones de pertenencia y reglas de decisión, así como esta metodología puede extenderse a ambientes lenticos o al biomonitoreo de procesos industriales que originen algún tipo de fluidos.
2006	Valle del Cauca	Utilizar los macroinvertebrados acuáticos	Se establecieron cualitativamente tres estaciones de muestreo en	La estructura de los macroinvertebrados acuáticos presentes va

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
		como indicadores de la calidad del agua en la cuenca media del Río Cali, municipio de Santiago de Cali (Colombia)	donde era perceptible las actividades aledañas, para la recolección se utilizó la red surber y se utilizaron para evaluar la calidad del agua el índice BMWP y los índices ICA que utilizan los parámetros fisicoquímicos	disminuyendo a medida que el cuerpo hídrico se acerca a zonas urbanas lo que también demostró disminución en la calidad del agua y que taxas como los Ephemeroptera que se encuentran en condiciones óptimas se han venido adaptando a diferentes perturbaciones
2006	Chocó	Evaluar la diversidad de la entomofauna acuática y la calidad de agua, en quebradas de la cuenca del río san juan (chocó-Colombia).	Se establecieron 4 muestreos y se escogió el tramo más representativo en cada quebrada, Para comparar la composición, a nivel de géneros, de la comunidad de insectos acuáticos entre quebradas, se realizó un análisis Clúster, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis. Las diferencias en diversidad, en dominancia y en riqueza específica entre quebradas fueron evaluadas mediante un análisis de varianza (ANOVA una vía) Se utilizaron los índices BMWP y ASPT, siendo este último más sensible a las actividades antrópicas, al incluir la riqueza de familias.	El estudio recolecto 4100 individuos y respecto a la calificación arrojada por los índices hay cierta diferencia debido a que el método BMWP las califico como aguas muy limpias, mientras que el índice ASPT como ligeramente contaminado, siendo una calidad aceptable, esto se debe a la sensibilidad del índice ASPT. El orden Ephemeroptera fue el más abundante de los órdenes (34,32%) y el de mayor riqueza taxonómica (13 géneros) y respecto a la diversidad, casi todas las quebradas estudiadas corresponden a diversidad alta. Las familias del Orden Ephemeroptera encontradas son indicadores de aguas de muy buena calidad ya que no tienen tolerancia a la contaminación y los parámetros fisicoquímicos son influyentes sobre la riqueza, abundancia y distribución de los insectos acuáticos.
2006	Risaralda	CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS DE LA QUEBRADA	Se establecieron dos estaciones de muestreo una en el nacimiento del río y la segunda en su desembocadura, se realizó la recolección de macroinvertebrados acuáticos y se identificaron	Se pudo observar que los resultados arrojados en cada una de las estaciones difieren, debido a que, en el punto bajo al tener el arrastre del cuerpo hídrico, influye negativamente en la

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
		PALOBLANCO DE LA CUENCA DEL RÍO OTÚN (RISARALDA, COLOMBIA)	hasta el nivel de familia, se utilizaron los índices de diversidad de Shannon, el índice de biodiversidad Alfa	composición de los microorganismos, así mismo, en el punto alto se obtuvo un mayor valor de diversidad
2006	Antioquia	Estudiar LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL AREA DEL EMBALSE PORCE II Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA	Se establecieron ocho estaciones de muestreo donde se analizaron parámetros fisicoquímicos y se realizó la recolección de macroinvertebrados acuáticos con la red D-NET para calcular los índices de Diversidad (Shannon Weaver 1949), Equidad (Pielou 1975) y Dominancia (Simpson 1949) y BMWP	según los parámetros fisicoquímicos en las primeras seis estaciones el agua del río Ponce se encuentra en buena calidad y las estaciones 7 y 8 (que son puntos de descarga de contaminantes) son de regular calidad, resultados que se relacionan con los macroinvertebrados, debido en que en cada estación había mayor presencia de microorganismos que habitan en aguas limpias y para las estaciones 7 y 8 más del 80% de los organismos encontrados pertenecen a aguas altamente contaminadas
2006	Cundinamarca	Comunidad de insectos acuáticos del río dulce (Villeta, Cundinamarca)	Se analizaron los aspectos fisicoquímicos, la variación espacial y temporal de los macroinvertebrados acuáticos en dos estaciones, Para estudiar la comunidad utilizaron el índice BMWP	utilizando el índice BMWP se obtuvo en las dos estaciones que el río dulce tiene una buena calidad del agua, lo que influyó la presencia de familias como en familias Blepharoceridae y Perlidae que son indicadores de aguas muy limpias
2006	Choco	ESTUDIO PRELIMINAR DE ALGUNOS ASPECTOS AMBIENTALES Y ECOLÓGICOS DE LAS COMUNIDADES DE PECES Y MACROINVER	Se establecieron tres estaciones de muestreo en la zona media del río tutunendo, realizando la recolección de macroinvertebrados acuáticos con una red de pantalla con ojo de malla y su identificación con claves taxonómicas de Roldan (1988) y Merritt & Cummings (1996), para	Se colectaron 1211 de macroinvertebrados, siendo los órdenes más predominantes Ephemeroptera, Odonato y Coleóptera, respecto a la diversidad obtuvo el valor más alto la estación 1 que cuenta con un bosque de protección y ninguna actividad antrópica aledaña y se

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
		TEBRADOS ACUÁTICOS EN EL RÍO TUTUNENDO, CHOCÓ, COLOMBIA	calcular los índices de diversidad de Shannon-Weaver, Riqueza de Margalef y Dominancia de Simpson, también se analizaron parámetros fisicoquímicos como pH, OD, Conductividad y temperatura	tuvo relación los resultados arrojados por los parámetros con los índices biológicos en que el agua es de buena calidad por la poca intervención, adicionalmente, hubo relación entre el pH, OD y dominancia si aumentada el pH aumenta la dominancia, mientras disminuye su diversidad
2006	Quindío	Determinación de la calidad ambiental del río roble cuenca media y baja en el departamento del Quindío	Se establecieron cuatro estaciones de muestreo cuya característica diferencial es la vegetación aledaña y los muestreos se realizaron en época de sequía y de lluvia, se midieron parámetros fisicoquímicos y se utilizó el índice BMWP/COL para evaluar la calidad del agua, así mismo, utilizaron el índice de diversidad de Shannon-Weaver	Se obtuvo que la estación cuatro tuvo el valor más alto de diversidad, pero no una abundancia de individuos, a lo que se le atribuye a que tiene una abundante vegetación aledaña, sustratos que brindan óptimas condiciones para el establecimiento de estos organismos y respecto al índice BMWP se obtuvo para tres estaciones como aguas moderadamente contaminadas
2007	Cauca	Evaluación De La Calidad Del Agua Del Río Cauca Con Base En Comunidades De Macroinvertebrados Bentónicos Tramo Salvajina CE La Virginia	Se realizó un monitoreo fisicoquímico e hidrobiológico, se calculó el índice BMWP/COL y el índice ICAUCA (fisicoquímico de la calidad del agua)	el deterioro en la calidad del agua en el que se influye por actividades antrópicas influye tanto en la presencia como en la abundancia de las poblaciones de macroinvertebrados, factor que también confirmó el índice ICAUCA que se relaciona con la diversidad
2007	Cundinamarca	Realizar un Análisis Fisicoquímico y Biológico Comparado en Dos Quebradas de Alta Montaña Neotropical	Se analizaron los parámetros fisicoquímicos y biológicos, se realizó la recolección y se identificaron los macroinvertebrados acuáticos con las claves de Roldan(1996), Wetzel y Likens (2000) Posada-García y Roldán-Pérez (2003), también se	La quebrada villa Paola tuvo un valor más alto de diversidad y el orden Diptera fue el orden más representativo en dicha quebrada, mientras que en la quebrada doña Juana fue el orden Trichóptera que permanecen en aguas

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
			evaluaron la abundancia y se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver	moderadamente contaminadas y en la quebrada villa Paola
2008	Valle del Cauca	Realizar un estudio hidrobiológico en el río Cali, valle del Cauca, Colombia.	Con los macroinvertebrados colectados se calculó el índice biótico BMWP., reflejando que el estado del río en la estación más alta no presenta indicios de contaminación (Clase) y fisicoquímicos.	la calidad del agua disminuye aguas abajo presentando una calidad crítica en las estaciones ubicadas en la zona urbana (clases IV y V). Con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se calculó el Índice de Calidad de Agua (ICA), mostrando en la parte alta aguas de buena calidad, y en las partes media y baja calidad regular.
2008	Antioquia	Presentar la caracterización de la calidad del agua de la quebrada la chaparral, a través del análisis de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, la medición de variables fisicoquímicas y la estimación de índices, que permitan relacionar las condiciones de los recursos hidrobiológicos y las actividades antrópicas en la cuenca	Se establecieron 3 estaciones (periodicidad trimestral), una se encuentra bajo la influencia de cierto grado de contaminación orgánica, con olor a aguas residuales y se ven residuos sólidos, sobre todo en las épocas de cosecha. La segunda tiene residuos sólidos en el lecho de la corriente y animales de carroña cercanos al lugar, también la población aledaña realiza labores domésticas del lavado de ropa. Y, por último, esta estación cuenta con una cobertura vegetal alta, recibiendo la descarga de las aguas residuales de la planta de sacrificio y de la población.	Los resultados pasaron los límites de calidad para el consumo humano. Se encontraron 1189 organismos pertenecientes a la familia Chironomidae en su mayoría(38.77%). Además, el cuerpo de agua tiene una calidad biológica dudosa según el índice BMWP/Col

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2008	Norte de Santander	Diversidad De Macroinvertebrados Acuáticos En Un Nacimiento De Río En El Páramo De Santurbán, Norte De Santander	Se establecieron tres estaciones y se calcularon la riqueza de especies, diversidad biológica de Shannon –Wiener y dominancia de Simpson	La comunidad estuvo conformada por 30 familias y 12 órdenes, siendo el Diptera el que tuvo mayor diversidad y la tercera estación la que presento mayor riqueza y abundancia
2008	Tolima	Evaluar el río Prado a partir de los macroinvertebrados y de la calidad del agua	Se realizo la evaluación de la calidad del agua basándose en la presencia de familias, ordenes de macroinvertebrados e índice ICA	Existe una relación entre las familias presentes lo que indican respecto a la calidad del cuerpo hídrico con los valores arrojados por el ICA que utiliza los parámetros fisicoquímicos
2008	Risaralda	Evaluar la Calidad Del Agua De Las Quebradas La Cristalina Y La Risaralda, San Luis, Antioquia	Se hicieron dos muestreos tanto en época de sequía como de lluvia, cada estación tenía un tramo de 30 metros identificándose los hábitats presentes y realizando tres muestreos por estación y para evaluar la calidad del agua se utilizaron índices fisicoquímicos y los índices biológicos BMWP/COL, ASPT (puntaje obtenido por BMWP dividido en número de familias) y ETP	El índice ASPT tuvo mayor efectividad que el índice BMWP y coherencia con las perturbaciones a las que se somete los cuerpos hídricos
2008	Antioquia	Caracterizar la biodiversidad acuática y de la calidad de las aguas de la quebrada Los Andes, El Carmen de Viboral, Antioquia	Se realizaron doce muestreos aguas arriba antes de la bocatoma del acueducto en la quebrada, para la recolección de macroinvertebrados se utilizó una red de pantalla, red triangulo y manualmente para poder medir parámetros fisicoquímicos y calcular los índices biológicos como el BMWP/COL, índice de diversidad de Shannon-Weaver, índice de dominancia de Simpson,	Se obtuvo con el índice BMWP que las aguas de la quebrada están entre muy limpias o moderadamente contaminadas y al tener buena calidad se encontró una comunidad muy rica, debido a que, por la disponibilidad de alimento y el tipo de sustrato, influyen en la abundancia y distribución de la comunidad



<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
			índice de riqueza numérica de taxones,	
2009	Valle del cauca	Características del entorno y su relación con macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca los ángeles, Colombia	Se establecieron cinco estaciones de muestreo y se utilizó el índice BMW/COL, así como analizar las características del entorno	Se demostró la efectividad de los sistemas de protección y los ecosistemas para disminuir los efectos de las actividades adyacentes antrópicas, buena diversidad y dominancia e familias sensibles, zonas con bosques tienen mejor valor de BMWP ya que la vegetación retiene sedimentos y disminuye la concentración de coliformes fecales
2009	Antioquia	Analizar la calidad de agua de la quebrada La Ayurá con base en variables fisicoquímicas y macroinvertebrados acuáticos	se establecieron tres estaciones de muestreo y se utilizó la red surber que sirve para hacer muestreo cuantitativo, calcularon los índices de diversidad de Shannon-Weaver, índice de dominancia Simpson	Se obtuvo una relación entre los resultados arrojados con los parámetros fisicoquímicos y los índices de diversidad, generando que las aguas de la quebrada son de buena calidad, excepto en la estación tercera que es punto de acopio de las aguas residuales domésticas
2009	Valle del cauca	Evaluar la calidad del agua utilizando indicadores ecológicos en el río Pance, Valle del Cauca-Colombia	Se establecieron tres estaciones de muestreo ubicadas en la parte alta, media y baja de la cuenca, para la recolección se utilizaron redes de surber BMWP/COL, índices de diversidad alfa(Shannon, Dominancia de Simpson y riqueza de Margalef)	se obtuvo que en la parte alta de la cuenca existen aguas de calidad aceptable y en la parte baja de la cuencas aguas moderadamente contaminadas a lo que se relaciona en que la parte media y baja existe aglomeración de turistas, así mismo, las índices de dominancia fueron más altos en la parte baja

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2009	Caldas	Determinar la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, universidad de caldas, municipio de palestina, Colombia	se utilizó el índice BMWP/COL y se midieron los parámetros fisicoquímicos oxígeno, pH, conductividad y temperatura. in situ	la abundancia tuvo una correlación positiva con el oxígeno disuelto
2009	Cauca	Análisis fisicoquímico, biológico y metabolismo de la quebrada hojas anchas, río espejo, alto cauca, Colombia	Se establecieron seis estaciones de muestreo, siendo dos en cada zona, se realizó la medición de parámetros fisicoquímicos y recolección de macroinvertebrados para calcular los índices de BMWP/COL, índices de diversidad alfa(Shannon, Dominancia de Simpson y riqueza de Margalef)	tres de las estaciones de muestreo con el índice BMWP arrojan aguas de calidad crítica asociado a la presencia de basuras y vertimientos de aguas domésticas, actividades aledañas de agricultura y ganadería, así mismo, se tuvo relación con los parámetros fisicoquímicos
2010	Caquetá	usar los Macroinvertebrados acuáticos (clase Insecta) como bioindicadores en la cuenca alta del río Caquetá	Respecto a los índices se calcularon los de diversidad de Shannon-Weaver, Dominancia de Simpson, Riqueza de Margalef	Se evidenció la eficiencia de los índices y de los macroinvertebrados acuáticos para evaluar la calidad del agua, al tener relación sus resultados con las perturbaciones que sufre el cuerpo hídrico
2010	Valle del Cauca	Evaluar la Estructura de la comunidad de macroinvertebrados y caracterización de la calidad del agua mediante Bioindicación en la cuenca baja del río Ovejas	Se establecieron tres estaciones de muestreo ubicados estratégicamente como puntos que son influenciados por las obras realizadas en la zona aledaña y se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos, se realizó la recolección de macroinvertebrados acuáticos y se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Weaver y BMWP	Concluyeron que a pesar de que la parte media y baja de la cuenca tiene intervención por el lavado de Fique coincidiendo con los parámetros fisicoquímicos y los índices biológicos en que las aguas se encuentran en las condiciones normales para un cuerpo natural

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2011	Quindío	Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presente en la microcuenca la sonadora y tributarios de río verde, se evaluó la diversidad alfa y beta de la comunidad, entre los meses de agosto y diciembre de 2010.	En cada quebrada se ubicaron 20 estaciones de muestreo con un área de 1m <sup>2</sup> cada una, partiendo del nacimiento cada 15 metros aguas abajo. El muestreo se realizó utilizando red de mano tipo D y captura directa	Se observó que las quebradas comparten más del 50% de las especies, evidenciando la capacidad de dispersión de los taxones allí presentes. Con base en los resultados obtenidos de riqueza específica y exclusividad de taxones se puede inferir el buen estado de conservación en el que se encuentra el área de estudio
2011	Antioquia	Quebrada La Pópala: un análisis de calidad del agua desde algunas variables fisicoquímicas, microbiológicas y los macroinvertebrados acuáticos	se ubicaron cuatro estaciones de muestreo, donde se analizaron las variables fisicoquímicas como conductividad eléctrica, alcalinidad total, pH, turbiedad, dureza cálcica y los nutrientes asociados al nitrógeno (NO <sub>3</sub> - y NO <sub>2</sub> ) y biológicas	Se verifico la eficacia del índice BMWP/COL al tener relación con los parámetros fisicoquímicos y se obtuvo que la estación ubicada en el nacimiento de la quebrada es de buena calidad, pero en la desembocadura se evidencia un deterioro del agua
2011	Guaviare	Realizar Una Caracterización Ecológica De La Microcuenca Abastecedora De Agua Del Acueducto Municipal De San José Del Guaviare	para realizar la caracterización ecológica se utilizaron los índices BMWP/COL, ASPT, índice de Shannon-Weaver, Dominancia	Con el uso de los índices biológicos se realizaron unas recomendaciones ambientales como que debe iniciarse la ejecución de sistemas de restauración ecológica de la microcuenca, procediendo con su aislamiento para garantizar la protección del bosque procesos de regeneración natural. Limitar el acceso de ganado e implementar estrategias de conservación

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2011	Antioquia	Evolución De La Calidad Del Agua En El Río Negro Y Sus Principales Tributarios Empleando Como Indicadores Los Índices Ica, El Bmwp / Col Y El Aspt	se basó en el estudio en comparar los estudios del año 2002 con el 2007, utilizando los índices BMWO, ASPT, Diversidad y el ICA	No se evidencio relación entre los parámetros fisicoquímicos como la turbiedad, nutrientes y solidos totales y Temperatura sobre los índices biológicos, aunque respecto al índice ICA y los macroinvertebrados acuáticos concordaron en que el río ha disminuido su calidad
2011	Risaralda	Determinar la calidad ambiental y ecológica de ecosistemas acuáticos en el municipio de Mistrató, Risaralda, mediante el uso de macroinvertebrados como indicadores	Se eligieron nueve estaciones de muestreo distribuidas en el cauce principal y sus atributos teniendo en cuenta las actividades presentes, adicionalmente ese analizó parámetros fisicoquímicos y calcularon los índices biológicos de BMWP/COL, diversidad y abundancia	Se obtuvo con el índice de diversidad un valor medio y se relacionó con el índice BMWP que arroja una calidad de sus aguas aceptable o ligeramente contaminadas que demuestra la alteración que genera las actividades aledañas
2011	Quindío	Estudiar la calidad ambiental en la quebrada la florida, unidad de manejo de cuenca del río Quindío. Armenia – Quindío, Colombia	Se establecieron seis estaciones de muestreo, donde se recolectaron macroinvertebrados acuáticos y se analizaron parámetros fisicoquímicos, respecto a los índices se calcularon para evaluar la calidad del agua el BMWP y ASPT y los índices de contaminación ICOMI, ICOMO e ICOSUS	tuvo relación los resultados arrojados por los índices biológicos y los índices fisicoquímicos , obteniendo que la primera estación es de buena calidad, las dos siguientes levemente contaminadas y las ultimas medianamente contaminadas, además con los resultados arrojados se permite realizar recomendaciones para mejorar la calidad
2011	Choco	Realizar una Caracterización de las comunidades periféricas y de macroinvertebrados acuáticos presentes en el río Pacurita, corregimiento	Se realizaron seis muestreos para determinar las familias y géneros de los macroinvertebrados y se analizaron los parámetros fisicoquímicos, La caracterización se realizó por medio de los índices de diversidad de Shannon-Weaver, Dominancia y Simpson	las variables fisicoquímicas se mantuvieron constantes durante todo el muestreo y los valores bajos obtenidos por la diversidad en todas las estaciones, se relaciona con la dominancia de algunas comunidades que se encuentran en aguas

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
		de Pacurita, Quibdó, Chocó, Colombia		ligeramente contaminadas, por otro lado, se evidencio una relación entre la diversidad y la precipitación
2012	Cauca	Evaluar la composición de macroinvertebrados y la calidad de agua en zonas de rio provistas de vegetación ribereña nativa y exótica y zonas sin vegetación fueron muestreadas las quebradas: el diamante, la oliva y el rio Chinchiná, ubicadas en la cuenca alta del rio Chinchiná	Se realizaron tres muestreos de macroinvertebrados, en tres periodos (seco, intermedio y lluvioso) entre febrero y mayo de 2010. Para la recolección de los macroinvertebrados se utilizó la Red Surber, y se hicieron tres repeticiones por sustrato (hojarasca, roca y sedimento fino). En cada punto de muestreo también se registraron variables fisicoquímicas	Se colectaron 7486 macroinvertebrados distribuidos en 13 ordenes, 37 familias y 74 géneros. Los resultados de este estudio indican que existen diferencias significativas en cuanto a riqueza de macroinvertebrados entre las estaciones con vegetación ribereña y sin vegetación. Las variables fisicoquímicas evaluadas y los resultados obtenidos con los índices bióticos BMWP y EPT indican que existen diferencias entre la calidad de agua de las estaciones 1 y 2 con respecto a la estación 3, también que la vegetación ribereña es un factor determinante para el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados.
2012	Caldas	Evaluar la Diversidad De Macroinvertebrados Acuáticos Y Calidad De Agua De Quebradas Abastecedoras Del Municipio De Manizales	se estudiaron dos quebradas de las cuales se establece seis estaciones de muestreo en total y se hicieron los muestreos en periodo seco, intermedio y lluvioso, para evaluar la diversidad se utilizaron los índices BMWP/COL(Modificado por Zúñiga 2009),ETP, Diversidad de Shannon, Dominancia Simpson y riqueza de Margalef	Se presentó mayor valores de diversidad en la quebrada los olivares y un valor bajo de dominancia , está quebrada se encuentra ubicada en una zona de protección forestal por lo que es congruente la buena calidad de estas

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2012	Caldas	Valorar la Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná	Se establecieron tres estaciones de muestreo y se utilizaron los índices biológicos ETP y BMWP	Las dos primeras estaciones obtuvieron una valoración similar, mientras que la tercera se evidencia un deterioro ambiental a lo que se asocia a que la vegetación ribereña de esta es con potrero lo que no amortigua los impactos como si lo hace el bosque ribereño y respecto a los índices el ETP se evidencio que es más sensible a la contaminación
2012	Valle del cauca	Evaluar la calidad ecológica del agua usando macroinvertebrados acuáticos en la parte alta y media de la cuenca del Río Felidia, Valle del Cauca-Colombia	Se establecieron tres estaciones de muestreo teniendo en cuenta los microhábitats, la presencia de la población y el uso que se le da al recurso, para la recolección se utilizó la red surber y de pantalla para poder calcular el índice BMWP Y ASPT	existió una relación entre los resultados arrojados por los índices fisicoquímicos y por el índice BMWP, al presentar que el agua se encontraba entre buena y regular calidad, demostrando la eficiencia del BMWP
2013	Cundinamarca	Se estudió la composición y la estructura del ensamblaje de macroinvertebrados asociados a la vegetación acuática flotante y al sedimento del humedal de Jaboque (Bogotá, d.c.) Y se realizaron mediciones de las variables físicas y químicas del agua	ACP (análisis de componentes principales) y el análisis de correlación canónica	De los macroinvertebrados bentónicos se registraron seis géneros y cinco familias, siendo Tubificidae, Glossiphoniidae y Physidae las más abundantes; la abundancia promedio fue de 21.5 Und/m <sup>2</sup> . Variables como el amonio, el oxígeno disuelto, la DBO5 y la temperatura ambiente mostraron diferencias significativas entre los periodos climáticos. De acuerdo con el análisis de componentes principales (ACP), los sólidos en suspensión explicaron la mayor variación en el conjunto de datos (80.1%), seguidos por el

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
				oxígeno disuelto (65%); junto con el amonio (68,9%)
2013	Valle del cauca	Analizar el Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia	se evaluaron las características bióticas y abióticas de la zona, así mismo se compararon las zonas que tenían corredores ribereños con las que no y para evaluar la calidad del agua se utilizó el índice EPT, así mismo, se analizaron parámetros fisicoquímicos	se demostró que los corredores ribereños tienen utilidad en la reducción del impacto negativo del pastoreo en microcuencas pequeñas de la cuenca del río La Vieja al disminuir el deterioro de la calidad del agua y proveer un hábitat físico más favorable para la fauna acuática.
2013	Cajicá	Estudiar los macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua en un tramo del río Bogotá. Cajicá-Colombia	para evaluar la calidad del agua y estudiar los macroinvertebrados acuáticos se utilizaron los índices biológicos BMWP/COL y ASPT, adicionalmente se realizó el análisis de los parámetros fisicoquímicos como T, pH, OD, Conductividad eléctrica	Se observó que las precipitaciones y el perfil limnológico, se relacionaron con la abundancia y la composición taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos
2014	Boyacá	Determinar La Calidad Del Agua Mediante Variables Físico Químicas, Y La Comunidad De Macroinvertebrados Como Bioindicadores De Calidad Del Agua En La Cuenca Del Río Garagoa	se establecieron doce estaciones de muestreo, teniendo en cuenta la altura, vegetación, actividades aledañas, etc. y los muestreos fisicoquímicos como la recolección de macroinvertebrados en época de lluvia y sequia para calcular los índices BMWP/COL y Diversidad de Shannon	Los macroinvertebrados fueron más representativos en la época de sequía por el bajo caudal, así mismo, el índice BMWP arrojó buena calidad en la época de sequía y se obtuvo relación con los parámetros fisicoquímicos

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2014	Santander	Caracterizar la calidad del agua en sitios de preferencia del manatí antillano ( <i>Trichechus manatus</i> ) en la ciénaga de Paredes, Magdalena Medio, Santander, Colombia	para evaluar la calidad del agua se utilizó el índice BMWP Y los índices ICA (físicoquímicos)	Se tuvo correlación entre los índices ICA y BMWP en que las aguas son de mala calidad por las actividades de la zona
2014	Tolima	Estimar la calidad del agua a través de la fauna béntica y variables físicoquímicas	Se seleccionaron 14 estaciones y se evaluaron 14 parámetros físicoquímicos y uno bacteriológico para establecer la influencia de estos sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, además de los índices bióticos de familias por Hilsenhoff (IBF), Ephemeroptera, Plecóptera y Trichóptera (EPT) y Biological Monitoring Working Party Colombia (BMWP/Col) e índices físicoquímicos como el índice de calidad de agua (ICA), el índice de contaminación por mineralización (ICOMI) e índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)	En 9 estaciones registraron una calidad del agua regular, evidenciando la perturbación de los ecosistemas, afectando la calidad ecológica y físicoquímica de las zonas.
2014	San Andrés	Estudiar las Comunidades de macroinvertebrados acuáticos en quebradas de la Isla de Providencia, mar Caribe colombiano	se realizó la recolección de macroinvertebrados y el análisis de variables físicoquímicos en tres muestreos basados en el ciclo hidrológico para calcular la riqueza específica y abundancia e índices de diversidad (diversidad de Margalef, dominancia de Simpson y equidad de Shannon-Weiner)	En dos de las estaciones se encontró valores altos de diversidad que indican que son buen refugio para los microorganismos en época de sequía y se demostró que las actividades aledañas influyen en la composición de estas comunidades



<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2014	Cundinamarca y Santander	Realizar de la evaluación de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua en quebradas de fincas cafeteras de Cundinamarca Y Santander, Colombia	Se estudiaron los macroinvertebrados acuáticos en 54 fincas cafeteras en Santander y Cundinamarca donde compararon dos sistemas agroforestales con certificación Rainforest Alliance y sin certificación , se establecen dos puntos de muestreo al inicio de la quebrada y en su desembocadura y se utilizó el índice BMWP y EPT para evaluar la calidad del agua	Se obtuvo con el índice BMWP una buena calidad en las aguas de las quebradas ubicadas en sistemas agroforestales con certificación resultado que corrobora los parámetros fisicoquímicos analizados, concluyendo que la adopción de la norma de agricultura sostenible contribuye a la mejora de la calidad del agua y las condiciones para los macroinvertebrados
2014	Cauca	Evaluar el Efecto de la actividad antrópica sobre la composición y diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el río Cofre (sistema lótico andino colombiano)	Se establecieron cuatro estaciones de muestreo donde se hizo la recolección de macroinvertebrados acuáticos y se analizaron los parámetros fisicoquímicos para posteriormente calcular el índice de diversidad e Shannon-Weaver, Equidad de Pielou, índice de similitud de Bray-Curtis basado en las abundancias de los individuos	Se concluyo que las variaciones fisicoquímicas y los índices biológicos son a causa del tensor antrópico en cabecera municipal, así como también la dinámica influye en su mayoría en el índice de diversidad
2014	Valle del cauca	Determinar la calidad ecológica del río Tuluá Valle del Cauca	Se establecieron seis puntos de muestreo en la parte alta, media y baja, para realizar la recolección de macroinvertebrados acuáticos, para calcular los índices BMWP adaptado por Zúñiga (2004) y los índices ecológicos de diversidad alfa y beta y los índices fisicoquímicos.	Se obtuvo con el índice BMWP y parámetros fisicoquímicos que las aguas van de muy limpias a aguas contaminadas, por lo que realizar recomendaciones para su reparación
2015	Norte de Santander	Evaluar la calidad del agua del rio tejo en tres tramos de monitoreo durante los meses de mayo, junio y julio de 2014.	Macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos, valorados posteriormente con el uso de los índices Biological Monitoring Working Party (BMWP), ICA e índices de diversidad para cada unidad de estudio	Los índices ecológicos de diversidad, riqueza y equidad fueron relativamente bajos, confirmando aguas moderadamente contaminadas. según el BMWP, arrojo aguas aceptables, ligeramente contaminadas o se evidencian efectos de contaminación

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2015	Choco	Caracterizar la entomofauna acuática en cuatro quebradas de la cuenca del río San Juan, Chocó, Colombia	Se establecieron tramos representativos en las quebradas para realizar recolección de macroinvertebrados acuáticos y realizar la identificación con las claves taxonómicas de Merritt & Cummins, 1996; Fernández & Domínguez, 2001; Posada & Roldan, 2003 para calcular el índice de Shannon-Weaver, además de analizar los parámetros fisicoquímicos	El orden Ephemeroptera fue el más abundante y con mayor riqueza y el índice de diversidad arrojó un valor de 2.76 lo que significa buena diversidad, pero con diferencias entre las quebradas y los parámetros fisicoquímicos estuvieron en los rangos normales lo que es favorable para el establecimiento de la comunidad
2015	Cundinamarca	Evaluar La Calidad Del Agua En La Quebrada La Esmeralda (Bojacá, Cundinamarca) Por Medio De Macroinvertebrados Acuáticos	Se establecieron tres puntos de muestreo, desde el nacimiento de la quebrada, el punto medio que tiene influencia de la ganadería y la tercera estación en su desembocadura, para analizar los parámetros fisicoquímicos y calcular los índices BMWP/COL, ASPT, Diversidad alfa (índice de Riqueza en especie, incluye índice de Simpson, Shannon, Margalef) y Diversidad Beta (índice de riqueza en comunidad)	con los índices biológicos y los parámetros fisicoquímicos se obtuvo que la quebrada tiene rangos de aguas naturales, lo que significa que no se observa el deterioro y se clasifican como aguas limpias con leves cambios
2015	Huila	Analizar la Distribución espacial y temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada La Cascajosa - Garzón (Huila)	Se establecieron cuatro estaciones de muestreo, teniendo en cuenta desde el nacimiento de la quebrada hasta zonas de intervención antrópica para la medición de parámetros fisicoquímicos y cálculo de los índices BMWP, índice de Shannon-Weaver, Dominancia	Se evidenció una discrepancia con los resultados arrojados por las variables fisicoquímicas, BMWP arrojó aguas ligeramente contaminadas y parámetros en buen estado de conservación
2015	Boyacá	Utilizar bioindicadores de la calidad del agua en áreas con restauración ecológica de la quebrada la colorada, Villa de Leyva, Boyacá	se establecieron dos estaciones de muestreo, una en zonas de bosque tropical restaurada y la segunda en zonas no restauradas y se calcularon los índices de riqueza de especies de Margalef (R), diversidad biológica de Shannon – Wiener (H') y dominancia de Simpson	las dos estaciones tuvieron diferencias de valores de diversidad y dominancia, asociado a cambios de microhábitats y fisicoquímicas, teniendo mejores valores el área restaurada

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2015	Cundinamarca	Evaluar La Calidad Del Agua Por Medio De Bioindicadores Macroinvertebrados Acuáticos En La Quebrada La Vieja	Los muestreos se realizaron en época de lluvia para realizar el análisis de los parámetros fisicoquímicos y recolección de macroinvertebrados para el cálculo de los índices BMWP/COL,ASTP, diversidad de Shannon-Weaver, Dominancia, Simpson, Riqueza de Margalef	la quebrada tiene baja diversidad y poca dominancia en dos de las estaciones y las otras dos tuvieron valores altos debido a que se encontraba ubicado en zonas de protección y con los índices se obtuvo que tiene buena calidad, pero en la zona urbana se evidencia deterioro
2015	Huila	Evaluar la calidad del agua en el Canal la Ovejera Campoalegre - Huila, empleando bioindicadores acuáticos	Se seleccionaron dos estaciones de muestreo, donde la segunda el cuerpo hídrico ya ha pasado por diferentes áreas agropecuarias , se analizó los parámetros fisicoquímicos y se cálculos los índices BMWP/COL y abundancia	con el índice BMWP se obtuvo en la primera estación aguas limpias y en la segunda aguas ligeramente contaminadas, lo que significa que el cuerpo hídrico se está viendo afectado por los diferentes vertimientos, resultado que corrobora los parámetros fisicoquímicos
2016	Cesar	Evaluar la Calidad del Agua en Algunos Puntos Afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación	Se establecieron cinco estaciones de muestreo y los muestreos en época de lluvia y de sequía, adicionalmente se calculó el índice BMWP y se realizó análisis de parámetros fisicoquímicos	las cinco estaciones estuvieron clasificadas de aguas muy limpias hasta aguas de calidad dudosa, resultados que corroboran los parámetros fisicoquímicos
2016	Cesar	Determinar la calidad del agua en puntos afluentes del rio cesar como el rio calenturitas, maracas y Tucuy	Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores y aplicando el índice BMWP/Col adaptado para Colombia por Roldan (Biological Monitoring Working Party score). Se establecieron cinco estaciones y dos jornadas de muestreo (periodo seco y de lluvias)	El valor promedio del índice BMWP/Col define la calidad del agua de la estación 1 como agua ligeramente contaminada, de calidad aceptable E2-E3-E4 y E5 como agua moderadamente contaminada o de calidad dudosa.

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2016	Cundinamarca	Bioindicación de la Calidad del Agua del Río Subachoque Mediante el Uso de Macroinvertebrados Acuáticos y Parámetros Físicoquímicos como una Integración Espacial y Temporal	Se realizaron ocho muestreos en tres estaciones, para evaluar la relación de los parámetros físicoquímicos con la diversidad, riqueza e índices biológicos (BMWP Y ASPT)	Se obtuvo con los índices que las aguas están de moderadamente contaminadas a muy contaminadas lo que indica que el río está presentando alteración, además, hubo relación entre parámetros y la comunidad por las condiciones del hábitat como que la familia Sharperidae se encuentran en pH y conductividad altos
2016	Risaralda	Evaluar el Ensamble de macroinvertebrados acuáticos y estado ecológico de la microcuenca Dalí-Otún, Departamento de Risaralda, Colombia	La recolección de macroinvertebrados acuáticos se realizó fijando las estaciones teniendo en cuenta el hábitat y los bosques de ribera en tres estaciones, para calcular los índices BMWP/COL, índices de diversidad alfa de Shannon H', dominancia de Simpson	Los macroinvertebrados acuáticos se presentaron abundantes y diversos en las estaciones de aguas arriba y respecto al BMWP se clasificaron como aguas muy limpias
2016	Cundinamarca	Estudio de la calidad del agua de la quebrada acuata en Tocaima Cundinamarca, mediante la relación de parámetros físicoquímicos, microbiológicos y biológicos	se establecieron tres puntos de muestreo para análisis físicoquímicos y biológico asociado a macroinvertebrados acuáticos para determinar la calidad del agua con el índice BMWP	Tuvo relación los resultados arrojados por el índice BMWP con los parámetros físicoquímicos, debido a que se obtuvo que el agua en el primer punto es de calidad dudosa y en los dos siguientes muy contaminada y respecto a los parámetros ninguno se encontró en los límites permisibles
2016	Norte de Santander	Evaluar la calidad del agua del río Tejo (Ocaña, Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros físicoquímicos	Los puntos de muestreo se escogieron teniendo en cuenta el cultivo de las fincas aledañas y las actividades humanas por lo que se escogieron tres estaciones para realizar el análisis de parámetros físicoquímicos y cálculo de índices de BMWP, DOMINANCIA DE Simpson, Riqueza de Margalef, Diversidad de Shannon-Weaver	Se relaciono los resultados de los índices de diversidad, riqueza, BMWP y los parámetros físicoquímicos, ya que la diversidad dio valores bajos y el BMWP arrojó como aguas ligeramente contaminadas

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2016	Cundinamarca	Estudiar los Macroinvertebrados bentónicos y su relación con el estado del bosque de ribera y las condiciones fisicoquímicas en una zona de la Cuenca Alta del Río Tunjuelo	Se establecieron dos zonas para el muestreo una que cuenta con bosque ripario en proceso de restauración y la segunda sin bosque, para comparar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, por medio de su recolección en época seca y de lluvia y calcular los índices de diversidad, riqueza y dominancia	En la zona restaurada se evidencio menor dominancia, pero mayor abundancia y respecto a la diversidad se comprobó que los bosques no influyen en los tipos de sustrato, pero cuando el bosque se encuentra en buen estado se presenta menor dominancia y buena calidad hídrica
2016	Cundinamarca	Evaluar la calidad del agua de la Quebrada el Salitre, utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para la gestión integral del recurso hídrico	Se realizaron los muestreos en época de sequía y lluvia para la recolección de macroinvertebrados acuáticos para realizar la identificación hasta nivel de familia y calcular los índices BMWP,ASP y EPT	Respecto a los índices se obtuvo que el BMWP sirve solo como una aproximación debido a que no se ha hecho la adaptación de este índice en la zona oriente por lo que hay familias de macroinvertebrados que no se pudieron identificar, así mismo, que los valores de abundancia se relacionan con el índice ETP
2016	Cundinamarca	Estudiar la calidad de agua y dinámica temporal de macroinvertebrados bentónicos, en las quebradas el ruicito y el rio lindo, en el municipio de viotá-cundinamarca	Se establecieron siete estaciones de muestreo para medirse los parámetros fisicoquímicos y realizar la recolección de macroinvertebrados para calcular los índices de BMWP, ASPT, Shannon, dominancia Simpson,	Se obtuvo con los resultados del índice BMWP que se relaciona con valores bajos de diversidad que los cuerpos hídricos presentan muy mala calidad, pero los parámetros fisicoquímicos en algunos muestreos mostraban que se encontraba en rangos normales
2016	Estudiar los Macroinvertebrados acuáticos de la quebrada los Alisos, Firavitoba-Boyacá	se utilizaron los índices de diversidad de Shannon - Weaver ( $H'$ ), dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) y equitatividad de Pielou	se presentaron macroinvertebrados propios de ecosistemas andinos y aguas frías	El deterioro en la calidad del agua se evidencia disminución en el pH y el OD unido con el aumento en la conductividad eléctrica, pero al haber presencia óxidos de nitrógeno indican la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua en tanto

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
				no aumenten los contaminantes allí encontrados. También aumentó la conductividad eléctrica, sumado a la disminución progresiva del oxígeno disuelto y el pH, indicando así el deterioro del ecosistema.
2017	Meta	Se hace necesario hacer el reconocimiento de las fuentes hídricas para su protección y así mantener en lo posible inalteradas sus condiciones naturales	Se analizan las características más relevantes de dichas comunidades y se discuten las modificaciones que las actividades humanas provocan sobre la estabilidad ecológica de los ríos en un contexto regional	No hay información en el departamento del meta sobre Biología y ecología de los ríos que permitan evaluar la situación actual de la comunidad bentónica, que contribuya a evaluar las afectaciones sobre los ecosistemas por el aumento de la población humana y las actividades antrópicas aledañas.
2017	Antioquia	Establecer la calidad física y química del agua de tres quebradas de alta montaña, con diferente grado de cobertura vegetal (la peña, Jericó; la Brizuela, guarne y las cruces, santa rosa de osos), por medio de macroinvertebrados acuáticos y en relación con la variabilidad espacial y temporal del hábitat que se presentó durante el ciclo hidrológico 2015 - 2016.	En cada una de las quebradas se ubicaron tres sitios de muestreo y los sitios se escogieron por la estructura física del hábitat y se describió el tipo de sustrato y de corriente o hábitat hidráulico, fueron almacenados en alcohol al 70%. Para la recolección se utilizó red triangular y red de pantalla situadas contra la corriente. La clave taxonómica de identificación fue la de Roldan. Entre los análisis de Variabilidad se utilizó ANNOVAS y se identificaron hasta nivel de género.	Se obtuvo con el índice BMWP/COL que la quebrada la peña tenía buena calidad, la Quebrada la Brizuela como crítica y la Quebrada las cruces como muy crítica. Respecto a la correlación con los parámetros fisicoquímicos se concluyó que las variables que alteran el comportamiento de los macroinvertebrados en las tres quebradas fueron el pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica, confirmando que niveles óptimos de estos parámetros son importantes para el desarrollo de la vida acuática. El orden que tuvo mayor número de Géneros e individuos fue el Diptera, las familias menos predominantes en estas estaciones en número de

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
				individuos son Baetidae y Culicidae.
2017	Córdoba	Realizar un análisis comparativo de indicadores de la calidad del agua del río Sinú, se midieron parámetros físicos y químicos como biológicos macroinvertebrados acuáticos – bmwp col.).	Se establecieron 6 puntos de muestreo luego de cuantificar los vertimientos, dedicándole a cada punto dos meses en toma de muestras. En cada salida de campo se tomaban muestras para agua residual, agua superficial y de macroinvertebrados acuáticos. Los índices ecológicos se obtuvieron a través del programa PRIMER V5 que es un software de investigación y desarrollo.	Se obtuvo diferencia en los resultados arrojados por los índices, debido a que con los índices fisicoquímicos la calidad del agua es buena mientras que los índices biológicos (BMWP) arrojaron que la calidad es aceptable lo que indica que son aguas ligeramente contaminadas, esta discrepancia se relaciona a la ubicación de las estaciones de muestreo y el momento de la toma, al ser estos factores determinantes.
2017	Choco	Evaluar los cambios espacio - temporales de la estructura numérica de las comunidades de macroinvertebrados y la relación de estos cambios con la variables fisicoquímicas y ambientales; además, establecer la calidad ecológica de las aguas.	Establecieron 3 estaciones de muestreo e hicieron 8 muestreos, almacenados en alcohol al 70%	Los índices con mayor exactitud fueron el BMWP/COL y ETP que clasificaron la calidad ecológica de las aguas como buena y no evidenciando signos de alteración. El índice ASPT no fue acertado. Además, se encontró una relación directamente proporcional entre los parámetros fisicoquímicos (pH y Oxígeno disuelto) y el índice de diversidad Shannon-Weaver. Se colectaron 3.149 individuos y El orden Trichóptera fue el más abundante debido a la abundancia de microhábitat y las

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
				condiciones de temperatura.
2017	Cesar	Evaluar la calidad del agua del balneario hurtado, utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua.	La colecta muestral se llevó a cabo según el método Kick Sampling (Fide, 1989), con los datos registrados se aplicó el índice BMWP/Col, según Roldan, 2003. Para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se tomaron una muestra simple en cada estación	Según las variables fisicoquímicas estudiadas esto es ratificado; las microbiológicas determinaron que de las estaciones 4 a la 7, se incrementaron los valores de coliformes totales, en comparación con las estaciones de la 1 a la 3, esto debido a la actividad recreacional del balneario y por la materia orgánica que es depositada por los bañistas favoreciendo el crecimiento de microorganismos bacterianos influyentes en la calidad del agua.
2017	Cundinamarca	Determinar la composición y la estructura de los macroinvertebrados acuáticos en un ecosistema léntico, del municipio de calamar (Guaviare, Colombia), en dos zonas durante tres épocas climáticas diferentes.	Se establecieron cinco muestreos teniendo en cuenta las fuentes de vertimiento domésticas, los puntos de captación, la presencia de residuos sólidos y la vegetación ribereña. Las muestras fueron fijadas en etanol al 70% transportándose para la determinación taxonómica hasta el nivel de familia	Este humedal fue calificado con un estado intermedio de contaminación, lo que significa que debe ser incluido en los programas de recuperación de humedales. El orden con mayor abundancia en los muestreos fue el orden Díptera, con un 32% de presencia sobre el total de los órdenes, representado por las familias Chironomidae y Syrphidae



<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2017	San Andrés	Determinar cambios en la composición, estructura y en los rasgos funcionales de la comunidad de macroinvertebrados, en función de las diferencias en caudal presentados durante dos períodos hidrológicos, en tres ríos.	Se realizaron dos muestreos con base en los registros del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), se determinó que el régimen de lluvias para este año fue atípico además los macroinvertebrados fueron identificados hasta los niveles de género.	El mayor resultado fue los cambios en la diversidad de individuos de la época de sequía y la de lluviosa, siendo el orden Diptera el más representativo, especialmente la familia Chironomidae
2018	Choco Andino Ecuatoriano	Determinar el estado ecológico y la calidad de agua del río sardinas en épocas seca y lluviosa, utilizando a los macroinvertebrados presentes como bioindicadores de calidad ambiental, mediante la evaluación de su biodiversidad y su relación con los parámetros físico – químicos	Presenta un bioclima tropical mega térmico muy húmedo identificando época lluviosa y época seca . Se establecieron 5 puntos de muestreo separados 200m entre si teniendo en cuenta el paso desde bosque sin intervención humana hasta zonas de cultivos y pastos.	Se colectaron 526 individuos y la calidad del recurso hídrico, aunque es moderada, está dentro de los límites máximos permisibles, es decir, está ligeramente contaminada por actividades industriales
2018	Municipio de San José de Fragua	Identificar la biodiversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados al río fragua Choroso (san José del fragua-	se realizan 6 tomas de muestras utilizando la red de surber, redes de pantalla y redes D, para finalmente analizar se utilizó el software estadístico INFOSTAT	Las estaciones reflejaron una buena calidad del agua, mostrando características apropiadas a nivel ecológico y fisicoquímicos. Los cuales se comprobaron también con BMWPCol que indicaron valores de aguas muy limpias. Sin embargo, se debe seguir

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
		Caquetá), y su papel como bioindicadores de calidad de agua.		monitoreando ya que las actividades antrópicas a largo plazo pueden impactar más en el ecosistema
2018	Antioquia	Establecer posibles efectos de la deforestación sobre los patrones de diversidad taxonómica y funcional del ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos en cuatro quebradas andinas colombianas, con y sin cobertura arbórea en sus márgenes	Comparación de parámetros fisicoquímicos con el índice de Shannon	la deforestación es una de las actividades antrópicas que condiciona o interfiere mayormente en la diversidad taxonómica de macroinvertebrados
2018	Boyacá	Determinar la asociación entre Eichhornia Crassipes y macroinvertebrados acuáticos, y su relación con variables fisicoquímicas, como oxígeno disuelto, pH, sólidos totales disueltos, alcalinidad, transparencia, cobre, temperatura del agua, cloro libre, cloro total, profundidad de la ciénaga y cobertura de la macrófitas en la ciénaga de	Se hicieron análisis de varianza a una vía para determinar diferencias espaciales y temporales en las variables fisicoquímicas, mientras que para las biológicas se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (no cumplimiento del supuesto de normalidad). Con las variables ambientales se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman. Además, se realizó un análisis de correspondencia canónica (ACC), con la finalidad de evaluar las relaciones entre las variables fisicoquímicas y biológicas, empleando únicamente los taxones más abundantes.	Se registraron 11.759 macroinvertebrados, siendo las familias más abundantes los Planorbidae y los Cyclestheriidae, que tienen una tolerancia media a la contaminación.

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
		Palagua (Colombia).		
2018	Huila	Determinar el índice bmwp/col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río guachicos, que surte el acueducto del municipio de pitalito huila.	La taxonomía se realizó en 2 niveles según la EPA, identificando familia y genero/especie siguiendo la guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia.	Arrojó una buena calidad de agua en la mayoría de los puntos muestreados. Se observan valores más elevados de turbidez en algunos puntos indicando que el agua es moderadamente contaminada
2018	No aplica	Dar a conocer los organismos y las comunidades indicadoras de las condiciones de los sistemas y utilizarlos mediante su integridad biológica y ecológica para determinar la calidad del agua.	revisión bibliográfica-aplicación ZOTERO, Zotero es un gestor de citas bibliográficas, almacena, organiza, etiqueta, aplica estilos a las referencias bibliográficas para crear bibliográficas y citas en artículos.	Los macroinvertebrados están directamente relacionados con el pH y el Oxígeno Disuelto. Sin embargo, las familias Elmidae, Leptoceridae, Hydropsychidae son indicadores de buena calidad del agua.
2018	Los andes centrales de Colombia	Identificar la calidad del agua comparativamente analizando el impacto de los bosques de protección en dichas fuentes hídricas.	Se seleccionaron nueve quebradas de primer orden, cinco de las cuales presentaban bosques ribereños en buen estado de conservación con un ancho de 8 a 20 metros, y cuatro quebradas que se encontraban totalmente desprotegidas con influencia directa de ganadería. Además, se tomaron muestras puntuales de agua para realizar análisis de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, incluyendo la temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, pH, demanda	Al comparar los resultados de una zona con otra del mismo río donde no se encuentran bosques de protección, dio como resultado agua ligeramente contaminada.

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
			bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, fósforo, coliformes fecales y totales	
2018	Boyacá	Afinar las acciones de recuperación para alcanzar un determinado estado de calidad del río, optimizando sus procesos.	Se muestrearon 5 puntos de agua lóticos, estos se seleccionaron de acuerdo con 3 protocolos de evaluación ecológica rápida, los cuales diferencian los grados de degradación. - IHF (índice de hábitat fluvial) que evalúa la diversidad de hábitats fluviales y su disponibilidad de flora y fauna - QBR (índice de calidad de bosque de ribera) el cual mira la calidad ambiental de las riberas - VPP (valoración por perturbación) el cual permite identificar las perturbaciones por actividades antrópicas.	Elaboración de escalas de integridad biótica y de la calidad ecológica de los ríos, permitiendo diferenciar los ríos menos contaminados con los que presentaron deterioro y una baja integridad biótica en las comunidad de macroinvertebrados acuáticos.
2018	Caldas	evaluar la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua de la quebrada Santo Tomás en el municipio de Pensilvania	Las muestras se tomaron teniendo en cuenta los diferentes hábitats (hojarasca sumergida, sedimento fino y rocas). Se realizaron tres muestreos uno por mes, correspondiente a la transición entre el periodo seco y el inicio de las lluvias y tres puntos. La recolección se hizo con red surber y se conservaron en alcohol al 96% y respecto al análisis de datos Se estimaron la riqueza y la abundancia de macroinvertebrados con base en el número de morfotipos recolectados en campo y se establecieron las diferencias entre los	Por los índices BMWP y EPT se concluyó agua ligeramente limpia, aunque por el contrario el índice ASPT arrojó que las aguas de la quebrada estaban ligeramente contaminadas. Se recolectaron 2167 individuos siendo los órdenes Trichóptera y Ephemeroptera los más abundantes, A nivel de familia, Hydropsychidae, Leptoceridae y Elmidae (13,47 %, 12,64 % y 11,86 %, respectivamente) dominaron en todos los puntos de muestreo

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
			puntos de muestreo mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA) con el programa estadístico IBM® SPSS®	
2019	Casanare	Determinar el estado de la calidad del agua en la quebrada la calabozza (Yopal, Casanare), empleando macroinvertebrados como bioindicadores	Se establecieron 6 estaciones de muestreo y se identificaron hasta nivel de familia, cada estación fue subdividida en tres zonas de muestreo: zona de bentos (sustrato rocoso), neuston (sobre lámina de agua) y en las orillas del cauce, el área de cada estación fue de 10 m <sup>2</sup> y se almacenaron al 70%. se dispusieron redes tipo buitrón de agua (diámetro de abertura < 250 µm), y redes de arrastre tipo D-Net, para sustratos pedregosos y para las colectas realizadas en las orillas con vegetación, respectivamente.	Se obtuvo una calificación para la calidad del agua de aceptable o buena, sin importar el periodo en que se realizó el muestreo, Ephemeroptera fue el orden predominante, en la época de invierno se presentó valores bajos de índices bióticos asociados a menor diversidad y a menor distribución, igualmente se concluye la importancia de los periodos climáticos siendo más susceptible el invierno.
2019	Valle del cauca	Evaluar la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos del río Jordán (valle del cauca) y su relación con variables fisicoquímicas. En el tramo evaluado (5 650 m) se realizan actividades de minería, captación de agua, ganadería, agricultura, recreación y ocupación	Se realizaron muestreos en 3 estaciones (durante 1 año, cada 45 días teniendo en cuenta el patrón bimodal de lluvias), al tener en cuenta que - la primera estación tenía de manera directa un vertimiento de agua residual doméstica - la segunda se estableció justo antes de la bocatoma de la PTAP - la tercera después de la bocatoma donde se evidencian actividades de minería y vertimientos.	En todas las estaciones se observó un aumento de SDT, DBO, OD, y coliformes fecales sobre todo en la primera estación de muestreo. La familia que más diversidad mostró fue la Elmidae . Estos puntos de contaminación indican que el río está recibiendo en la parte alta y media vertimientos domésticos de asentamientos humanos que no cuentan con soluciones de saneamiento básico o algún pretratamiento. La diversidad de macroinvertebrados acuáticos disminuye a medida que aumentan los

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
		ilegal del territorio.		factores de estrés en la cuenca como las variables asociadas a la degradación de la materia orgánica. (OD, SDT, DBO).
2019	Caldas	Evaluar la diversidad de insectos acuáticos del parque nacional natural selva de Florencia (pnnsf), ubicado en el noroccidente colombiano.	Se hicieron muestreos cualitativos y cuantitativos en las quebradas ubicadas en las tres microcuencas, los cualitativos utilizando coladores manuales y los cuantitativos, redes Surber y ojo de malla, con tres repeticiones por sustrato (hojarasca, roca y sedimento fino) Además, cerca de las fuentes hídricas seleccionadas se utilizaron trampas de luz para la captura de insectos acuáticos adultos, para facilitar la identificación de especies y la descripción de nuevas especies en la región.	El parque tiene una gran diversidad de macroinvertebrados acuáticos, ya que se encuentra en un moderado estado de conservación, con este resultado se recomendó ampliar la investigación sobre la entomofauna acuática.

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2019	Cundinamarca	Calificar y cuantificar la presencia, dominancia y distribución de una o varias especies en el río frío. Por otra parte, se elaboró la curva de acumulación, con el objetivo de verificar que el esfuerzo muestral fuera el adecuado	Se establecieron tres puntos de muestreo (alta, media y baja) teniendo en cuenta la variación temporal de la estructura, y los parámetros fisicoquímicos de pH, OD, conductividad, turbidez, temperatura y SD in- situ con la zona multiparamétrica. Se uso la metodología planteada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y se evaluaron a nivel de familias	Una baja diversidad de macroinvertebrados por poca vegetación (poco alimento para los mismos) y la calidad del agua es moderadamente contaminada en su mayoría orgánica
2019	Cundinamarca	Determinar la calidad del agua a partir de la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos presentes en tres zonas del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia)	Se establecieron tres zonas de muestreo estratégicas con ayuda de cartografía y visita en la zona, tomando muestras temporada seca, de transición y de lluvias, donde se midió oxígeno disuelto, turbidez, temperatura y pH y se estimaron índices de calidad del agua (BMWP/Col, ASTP, IBF, EPT), junto con algunos índices de biodiversidad (Shannon Weaver, dominancia de Simpson, diversidad de Margalef y Menhinick). El índice IBF (relación entre la tolerancia de cada familia con la abundancia de estas). utilizando la metodología desarrollada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.	Con los índices biológicos se obtuvo que el agua del río Teusacá es moderadamente contaminada, con tendencia a muy contaminada, aunque según el estudio no tuvo relación los resultados arrojado por los índices de diversidad y de calidad con la temporalidad en que se tomaron. Se recolectaron las familias Glossiphoniidae, Tipulidae y Tubificidae, que son indicadoras de agua contaminada. Según los índices de diversidad Shannon y Margalef es muy baja y según el índice de dominancia se presentaron las familias Hyalellidae y Gammaridae que habitan aguas ricas en materia orgánica en recirculación y los parámetros pH y oxígeno disueltos presentaron una mayor sensibilidad a la adaptación de familias.

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2019	Cesar	Evaluar la calidad del agua y poder implementar acciones de preservación, monitoreo y gestión del ecosistema acuático.	Utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores y aplicando el índice BMWP/Col, índices ecológicos de Shannon, Simpson, Margalef y Pielou.	Utilizando el índice BMWP se definió la calidad del agua de todas los puntos de muestreo como aguas ligeramente contaminadas en época de lluvia, factor contrastante para el periodo seco en el cual se determinó como aguas muy contaminadas.
2019	Nilo-Cundinamarca	Determinar la calidad del agua con ayuda de los macroinvertebrados acuáticos presentes	En cada tramo durante 1 hora se colectó al azar una muestra en conjunto de macroinvertebrados acuáticos, constituida por seis submuestras de los microhábitat de rápidos, remansos y orilla, empleando una red Surber (0.9 m <sup>2</sup> ), además de una inspección manual y método de patada	Se encontraron especímenes de las clases Gasterópoda con el orden Basommatophora y la familia Lymnecidae, organismos que se caracterizan por ser tolerantes a la contaminación por parte de materia orgánica en donde se presentan bajas concentraciones de oxígeno. Se determinó el agua como ligeramente contaminada
2019	ríos altoandinos	Evaluar los resultados arrojados por dos índices biológicos de calidad, así como su relación con los algunos parámetros fisicoquímicos en dos ríos de alta montaña con distintos niveles de intervención antrópica, como un mecanismo que aporte información para su protección y conservación a través del conocimiento	Estandarización entre las diferentes técnicas de muestreo se realizaron estabilizando la varianza. Las muestras se limpiaron y filtraron a través de diferentes tamices (500 µm) y se conservaron en alcohol etílico al 70 %. La identificación taxonómica de los individuos se realizó hasta el nivel de familia usando la literatura de McCaffrey, (1981), Needham y Needham, (1982), Roldán, (1988), Merritt et al., (2008) y Domínguez y Fernández, (2009).	El índice BMWP/COL en el río Tota arrojó que la calidad del agua era buena mientras que en ABI arrojó variaciones entre aceptable y muy crítica- en el río Bogotá, existiendo relación entre los dos índices pudiendo definir que la calidad del agua se encuentra entre aceptable y muy crítica



Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
		de la calidad fisicoquímica y biológica de sus aguas		
2019	Villa de Leyva	Evaluar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada La Colorada, como elementos descriptores variables en un proceso de restauración ecológica realizado en zonas de ronda hídrica.	La diversidad es similar a otras zonas de bosque andino, siendo por lo general valores medios o bajos debido a la poca disponibilidad de nutrientes e inicio de la estructura trófica en zonas montañosas, lo cual limita el desarrollo de las comunidades bentónicas, y así se puede asociar la mejoría en las condiciones del hábitat con la mayor diversidad en las estaciones	Los más abundantes fueron Basommatophora (36 %), Hemiptera (17 %) y Tricladida (12 %), es decir las estaciones mostraron una diversidad biológica moderada
2019	Ibagué	Evaluar ambientalmente la cuenca del río Chípalo, teniendo en cuenta se revisan estudios realizados en el río y la evaluación se es ejecutada únicamente con información secundaria que enmarque variables referentes al	Con información existente, para ello se realizó la automatización de estas por medio de hojas de cálculo en Excel ) -dos basadas en métodos de observación paisajística y geomorfológica, -la tercera evalúa la cobertura vegetal del ríos mediante análisis de imágenes satelitales -la cuarta se evalúan los flujos, con el objeto de determinar la capacidad de auto purificación de las aguas -la quinta usa información de caudales	Evidenciando que el río se encuentra en un grave riesgo ambiental, ocasionado por el bajo nivel de apropiación, la falta de cultura y sentido de pertenencia que tienen los habitantes de la zona.

Año de publicación	Localización	Objetivo	Metodología	Conclusiones
		medio ambiente.	anuales, mensuales, medios y máximos, para determinar la calidad hídrica del río.	
2020	Tolima	Un análisis puntual de calidad de agua en el cuerpo de agua superficial los moyanos (planadas-Tolima).	Se realizaron dos muestreos uno en la parte media de la subcuenca donde no hay vertimientos y el segundo en la parte baja cuando ya lo recibe y en los puntos se tomaron el índice BMWP y los parámetros fisicoquímicos para calcular el índice ICA	Se pudo identificar que en la cuenca media y baja la calidad del agua es regular y crítica respectivamente con una diversidad biológica baja, encontrando 273 individuos siendo la familia Tubificidae (resisten condiciones extremas de contaminación) la más abundante seguido de Physidae, Hydropsychidae y Baetidae. la primera estación con BMWP arrojó agua moderada contaminada y la segunda muy contaminada, con el ICA en época seca para la estación 1 agua regular y la segunda mala.
2020	Cajamarca	Determinar la relación que existe entre la presencia de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores y los parámetros fisicoquímicos del río san lucas en la provincia de Cajamarca durante septiembre de 2018 y febrero de 2019	Se establecieron 6 puntos de muestreo, de los cuales se cubrió un área de 100 m por cada punto durante 20 o 30 min. Se tuvo en cuenta no realizar muestreos después de lluvias intensas por pérdida de organismos o por efecto de arrastre. También en algunos puntos se tuvo que muestrear en ambas orillas ya que puede cambiar por la sombra o composición del fondo.	Existió una predominancia de pésima calidad para este último y por el lado de BMWP/COL una calidad muy crítica, así mismo, un resultado similar lo arrojó los parámetros fisicoquímicos

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2020	Valledupar	Evaluar la calidad del agua en la cuenca media del río Guatapurí (Colombia), a través de análisis de macroinvertebrados acuáticos.	Se tomaron 3 réplicas además los microhábitats dominantes fueron sustrato rocoso, hojarasca, orilla con vegetación y sedimento fino. Cuando los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (K-W) usando el programa estadístico Statgraphics Centurión®, V 16.2.04. Se utilizaron los índices BMWP/Col y ASPT	Los índices BMWP/Col y ASPT reflejaron una condición de calidad buena, indicando aguas limpias, se concluye que la cuenca media del Río Guatapurí se encuentra en una buena condición ecológica, pero se destaca la necesidad de implementar un monitoreo continuo del cuerpo de agua en su cuenca alta y baja complementado con análisis fisicoquímicos
2020	Boyacá	Informar las condiciones de calidad del agua en las represas la playa (tuta) y la copa (toca) ubicadas en el departamento de Boyacá, utilizando macroinvertebrados acuáticos y aspectos fisicoquímicos.	se realizó un arrastre de 15 min en nueve puntos en los cuales se diferenciaban varios microhábitat en zonas de litoral con fondo lodoso y arenoso removiendo el sustrato frente a la red y luego preservándolos con alcohol al 90% y glicerina.	Generó una clasificación de aguas ligeramente contaminadas, al igual que el índice ASPT, confirmando así la influencia de los factores del medio sobre la permanencia de los macroinvertebrados acuáticos.
2020	Meta	Determinar la relación entre la comunidad de MAB con los microhábitats del sistema lótico y bosque ripario y las variables físicas, químicas y batimétricas en la zona alta del río acacias en el departamento del meta	La metodología se realizó en tres fases, en la primera se realizó la toma de muestras en la zona de estudio (zona alta del río Acacias), mediante el uso de equipos específicos, en la segunda se realizó una base de datos con los resultados obtenidos, finalmente en la tercera, se analizaron los resultados de la bio-indicación por medio de programas estadísticos (PAST 3.23 y SPSS 25).	Se colectaron 715 individuos, los géneros con mayor capacidad adaptativa a cambios de pH, temperatura, oxígeno disuelto y caudal fueron Camelobaetidius, Anacroneuria y Farrodes. El pH tiene una correlación positiva con la abundancia de Bentónicos, presentando una alta sensibilidad al pH, temperatura y el caudal.

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2020	Risaralda	Evaluar el efecto de la heterogeneidad de microhábitats en la riqueza de los taxones y los grupos funcionales alimenticios en los macroinvertebrados acuáticos presentes en la microcuenca Dalí, andes centrales de Colombia	Luego de actividades antrópicas como ganadería y forestal hace 30 años, se ha llevado un proceso de sucesión natural de más de 10 años donde se encuentra un grupo de humedales.	La vegetación aledaña genera un impacto positivo sobre la cuenca, al ayudar a mitigar los impactos sobre el ecosistema y brindar buenos hábitats para el mantenimiento de los macroinvertebrados
2020	Cundinamarca	Determinar la calidad del agua en el río batán, perteneciente a la cuenca del río Sumapaz empleando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y macroinvertebrados como bioindicadores ambientales.	parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y macroinvertebrados como bioindicadores ambientales.	Al clasificar el cuerpo de agua en un nivel medio o moderado de contaminación, se dio las herramientas para recomendar restringir el consumo humano animal y el riego a cultivos por las afectaciones a la salud. Altos niveles de fosfatos en el agua quieren decir que hay un alto grado de eutrofización que posiblemente es influenciado por la descarga de aguas de uso doméstico.

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2020	Guayana colombiana	Describir la estructura taxonómica y funcional de las comunidades de macroinvertebrados de la serranía la Lindosa (Colombia), evaluando su variación a lo largo de escalas espaciales y temporales.	Las comunidades de macroinvertebrados de cuatro ríos fueron muestreadas durante la época seca. Adicionalmente, se evaluaron los patrones de diversidad dentro y entre los ríos y entre diferentes meses de muestreo en uno de los cursos hídricos. Los patrones de diversidad fueron evaluados mediante la comparación de los patrones entre y dentro de los ríos de la diversidad alfa (diferencias en la riqueza y abundancia de taxones entre comunidades) y de la diversidad beta (diferencias en la composición de taxones entre comunidades). La diversidad alfa fue estimada usando los números de Hill, mientras que la diversidad beta se estimó usando los índices de Sørensen y Morisita-Horn y comparada usando un análisis de similitud (ANOSIM).	Los ríos tienen una alta diversidad de macroinvertebrados definidos por las estaciones de época seca y lluviosa, siendo esta última la época con menor riqueza a causa del aumento de la creciente. Las épocas y las diferencias en la heterogeneidad del hábitat dentro de los ríos determinan los patrones de diversidad, por ende, hay que profundizar en su estudio para entender el funcionamiento de estos ecosistemas y mejorar la habilidad para generar estrategias de manejo y conservación.
2020	Cesar	Evaluar la eficiencia del sistema de lagunas de estabilización el salguero mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos.	Se aplicó del índice BMWP/Col (adaptado para Colombia) y los índices ecológicos de diversidad alfa y beta. Se colectaron macroinvertebrados acuáticos en las lagunas anaeróbicas, facultativas y de maduración	El índice BMWP arrojó que existen diferencias entre la calidad del agua en las lagunas, debido a que el agua de la laguna anaerobia es muy crítica, en la laguna facultativa es crítica y en las lagunas de maduración son de calidad dudosa. También, el orden más abundante fue la Diptera concluyendo en el estudio que a medida que las condiciones ambientales mejoran aumenta la abundancia de individuos.

<b>Año de publicación</b>	<b>Localización</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Conclusiones</b>
2020	Cundinamarca	Determinar la calidad del agua del río aplicando índices bióticos (BMWP, Y ABI) a partir de la identificación de macroinvertebrados acuáticos	Los muestreos fueron realizados en cuatro sitios distribuidos en la cuenca alta y baja y en tres temporadas climatológicas (baja precipitación, transición y alta precipitación). Se aplicó un análisis de correspondencia canónica con el que se llegó a determinar la correlación existente entre las diferentes variables e índices en cuestión.	Se determino la calidad de agua como fuertemente contaminada, ya que el 49,71% pertenece a la familia Sphaeridae, los cuales toleran altos niveles de contaminación, esto se le atribuye a la inadecuada disposición de residuos y vertimientos de aguas residuales tanto domésticas como agropecuarias