

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ –
EXTENSIÓN PEDERNALES**

FACULTAD DE BIOLOGÍA

Carrera Biología



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

TITULO:

**Clasificación de macroinvertebrados acuáticos presentes en la estación experimental latitud cero
Pedernales, 2025**

AUTOR (A)

Andrade Valencia Kevin Orlando

TUTOR (A)

Dr. Henry Intriago Mendoza Msg.

PEDERNALES – ECUADOR

2024-2025

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

Certifica

Que el trabajo de carrera de modalidad proyecto de investigación titulado: **Clasificación de macroinvertebrados acuáticos presentes en la estación experimental latitud cero Pedernales, 2025** realizado y concluido por el **Sr. Andrade Valencia Kevin Orlando** ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 4 de Septiembre 2025

Para dar testimonio y autenticidad firman:



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



MIEMBRO DEL TRIBUNAL



MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutora de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

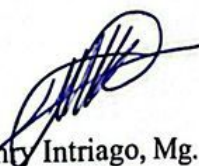
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante ANDRADE VALENCIA KEVIN ORLANDO, legalmente matriculado en la carrera de Biología, periodo académico 2025-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "Clasificación de macroinvertebrados acuáticos presentes en la estación experimental latitud cero Pedernales, 2025".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 30 de julio de 2025.

Lo certifico,


Dr. Henry Intriago, Mg.

Docente Tutor

Área:

Biología

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

FACULTA DE CIENCIAS DEL MAR

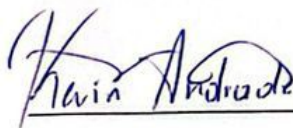
Extensión Pedernales

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Andrade Valencia Kevin Orlando, con cédula de identidad No. 1315615243, declaro que el presente trabajo de titulación “Clasificación de macroinvertebrados acuáticos presentes en la estación experimental latitud cero Pedernales, 2025” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 4 de Septiembre 2025



Andrade Valencia Kevin

Orlando

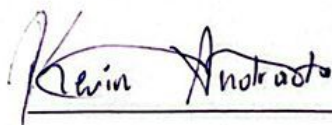
C.I.: 1313986224

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Kevin Orlando Andrade Valencia, con cédula de identidad No. 1315615243, declaro que el presente trabajo de titulación " Clasificación de macroinvertebrados acuáticos presentes en la estación experimental latitud cero Pedernales, 2025" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerandos en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 30 de julio del 2025



Kevin Orlando Andrade Valencia

C.I. 131561524-3

Agradecimientos

Infinitas gracias a mi madre y padre que gracias a su ayuda tanto emocional como financiera durante este largo proceso han hecho posible esto, en especial a mi madre que es una persona muy trabajadora y que sin ella no hubiese sido posible esto, por su ayuda, motivación y comprensión durante todo el proceso me motivo a hacer las cosas bien.

Así mismo quisiera expresar mi inmensa gratitud a la Blg. Cecibel Tenelema por sus guías en algunos monitoreos y a los estudiantes de biología de 6to semestre que con su compañía logré orientarme mejor y algunos compañeros que gracias a sus consejos pude tener un alcance económico mejor e ideas más claras, en pocas palabras estoy muy agradecido con ellos.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis al Mvz. Henry Othón Intriago Mendoza por su comprensión, paciencia y su manera particular de llegar a cada uno de los estudiantes contribuyendo con mi experiencia en el complejo y gratificante camino de mi investigación. A todos esos profesores que enseñaron bien en el camino y pude aprender lo que he aplicado en esta investigación estaré eternamente agradecido con ellos.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo, con todo mi corazón y profunda gratitud, a la persona más importante en mi vida: mi mamá.

Gracias, mamá, por ser mi mayor apoyo durante todo este proceso. No hay palabras suficientes para expresar cuánto valoro todo lo que has hecho por mí. Desde el primer día de este camino académico, estuviste presente en cada etapa, brindándome tu amor, comprensión, paciencia y, sobre todo, tu confianza en mí, incluso cuando yo mismo dudaba.

Tu esfuerzo, tus sacrificios y tu dedicación han sido fundamentales para que yo pudiera llegar hasta aquí. Gracias por motivarme en los momentos de cansancio, por escucharme cuando necesitaba desahogarme, por animarme cuando sentía que no podía más, y por celebrar cada pequeño logro conmigo como si fuera el más grande.

Este logro no es solo mío, también es tuyo. Porque detrás de esta tesis hay muchas noches en las que tú también estuviste despierta conmigo, muchas preocupaciones que llevaste en silencio, y muchos gestos que, aunque sencillos, marcaron la diferencia.

Gracias por enseñarme a ser fuerte, por darme el ejemplo de la perseverancia, y por estar siempre, sin condiciones, a mi lado.

Con todo mi amor, esta tesis te la dedico a ti, mamá.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal identificar y clasificar taxonómicamente los macroinvertebrados acuáticos presentes en cuerpos de agua de la Estación Experimental Latitud Cero, ubicada en el cantón Pedernales, Manabí. Se emplearon métodos de campo basados en el uso de redes tipo "kick-net" y muestreos manuales, así como técnicas de laboratorio para la clasificación de los organismos recolectados, utilizando claves taxonómicas especializadas.

Durante el estudio se recolectaron 36 macroinvertebrados correspondientes a 9 especies de diferentes órdenes, entre ellos Coleoptera, Odonata, Hemiptera, Ephemeroptera y Amphipoda. Entre las especies identificadas se encuentran *Dytiscus marginalis*, *Ephemerella invaria*, *Elasmothermis* (larva de libélula), *Interocoris mexicanus*, *Brachymetra*, *Ranatra* y *Notonectidae*. Cada uno de estos organismos fue clasificado hasta nivel de familia, género e incluso especie cuando fue posible.

La diversidad obtenida refleja la riqueza taxonómica del ecosistema acuático de la estación, caracterizado por condiciones fisicoquímicas variables. Se aplicaron índices ecológicos como Shannon-Wiener y Simpson únicamente como herramienta complementaria para describir la composición comunitaria, sin centrarse en la función de los macroinvertebrados como bioindicadores.

El estudio aporta una línea base detallada de la clasificación de macroinvertebrados en este ecosistema, útil para futuras investigaciones taxonómicas, ecológicas y académicas. Además, destaca la importancia de desarrollar inventarios locales que fortalezcan el conocimiento de la biodiversidad de invertebrados acuáticos en zonas costeras de alta diversidad biológica como Pedernales.

Palabras clave: macroinvertebrados acuáticos, Rio Mache, taxonomía, variables, índice Simpson

ABSTRACT

This research aimed to identify and taxonomically classify the aquatic macroinvertebrates found in water bodies at the Latitud Cero Experimental Station, located in the Pedernales canton, Manabí. Fieldwork methods included the use of kick-net sampling and manual collection techniques, along with laboratory procedures for organism classification using specialized taxonomic keys.

A total of 36 macroinvertebrates were collected, corresponding to 9 species from various orders, including Coleoptera, Odonata, Hemiptera, Ephemeroptera, and Amphipoda. Identified species included *Dytiscus marginalis*, *Ephemerella invaria*, *Elasmothermis* (dragonfly larva), *Interocoris mexicanus*, *Brachymetra*, *Ranatra*, and members of the *Notonectidae* family. Each specimen was classified to the family, genus, and, when possible, species level.

The diversity observed reflects the taxonomic richness of the aquatic ecosystem in the study area, characterized by variable physicochemical conditions. Ecological indices such as Shannon-Wiener and Simpson were applied solely as complementary tools to describe the community structure, without focusing on the role of macroinvertebrates as bioindicators.

This study provides a detailed baseline of macroinvertebrate classification in this ecosystem, serving future taxonomic, ecological, and academic research. It also highlights the importance of developing local inventories to enhance knowledge of aquatic invertebrate biodiversity in biologically rich coastal areas such as Pedernales.

Keywords: aquatic macroinvertebrates, Mache River, taxonomy, variables, Simpson index

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
CAPITULO I	1
1 CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	4
1.2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
1.2.3 HIPOTESIS	4
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación	5
1.5 MARCO TEÓRICO	7
1.5.1 Antecedentes	7
1.5.2 Macroinvertebrados acuáticos	8
1.5.3 Indicadores biológicos de calidad de agua	9
1.5.4 Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados	9
1.5.5 Clasificación según tolerancia a la contaminación	10
1.5.6 Diversidad funcional y ecológica	10
1.5.7 Marco legal ecuatoriano sobre el agua	10
CAPÍTULO II	11
2 DESARROLLO METODOLÓGICO	11
2.1 Enfoque de la investigación	11
2.2 Diseño de la investigación	12
2.3 Tipo de investigación	12
2.4 Método de investigación	12
2.4.1 Área de estudio	13

2.4.2	Localización.....	13
2.4.3	Ubicación geográfica.....	13
2.5	Población y muestra.....	14
2.5.1	Población	14
2.5.2	Muestra	14
2.6	Técnica de investigación.....	14
2.7	Materiales y equipos.....	15
2.7.1	Identificación de macroinvertebrados.....	16
2.8	Observación directa	17
2.9	Clasificación taxonómica.....	17
2.10	Revisión documental	17
CAPITULO III		18
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
3.1	RESULTADOS	18
3.1.1	Identificación y clasificación taxonómica de los macroinvertebrados recolectados hasta el nivel más preciso posible (orden, familia o género).....	18
3.1.2	Características de las especies encontradas.	18
3.1.3	Orden Coleóptera.....	18
3.1.4	Orden Odonata.....	21
3.1.5	Orden Hemiptera	23
3.1.6	Orden Ephemeroptera.....	34
3.1.7	Orden Amphipoda.....	36
3.1.8	Determinación de la abundancia y diversidad de las especies encontradas en cada sitio de muestreo.	39
3.1.9	Sitio 1: Rio mache abundancia y diversidad de las especies	39
3.1.10	Sitio 2: Riachuelo abundancia y diversidad de las especies	41
3.1.11	Abundancia total: abundancia y diversidad de las especies	44
3.1.12	Examinación de la composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad ecológica del agua.	47
3.1.13	Especies bioindicadoras de agua	49
3.2	DISCUSIÓN.....	51
3.3	Comprobación de hipótesis o preguntas de investigación.....	52
4	CONCLUSIONES	53

5	RECOMENDACIONES	54
6	BIBLIOGRAFÍA.....	56
7	ANEXOS	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1	localización del ensayo.....	13
Figura 2.	<i>Dystiscus marginalis</i>	19
Figura 3.	Larva libélula.....	22
Figura 4.	Chinches Rastreras de Agua.....	25
Figura 5.	Abejas de agua.....	27
Figura 6.	<i>Brachymetra</i> Mayr, 1865.....	28
Figura 7.	<i>Ranatra</i>	30
Figura 8.	Chinche de agua	32
Figura 9.	Mayfly larva	35
Figura 10.	Pulgas de Mangle (<i>Talitridae</i>)	38
Figura 11.	Comparación de índices de Shannon y Simpson.....	43
Figura 12.	Abundancia relativa total de especies encontradas	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción de materiales	15
Tabla 2.	Planificación financiera y presupuestaria	17
Tabla 3.	Clasificación taxonómica de la <i>Dystiscus marginalis</i>	18
Tabla 4.	Clasificación taxonómica de Larva libélula.....	21
Tabla 5.	Clasificación taxonómica de chinches rastreras de agua	23
Tabla 6 .	Clasificación taxonómica de abejas de agua.....	26
Tabla 7.	Clasificación taxonómica de <i>Brachymetra</i> Mayr, 1865.....	28
Tabla 8.	Clasificación taxonómica de <i>Ranatra</i>	30
Tabla 9.	Clasificación taxonómica de chinche de agua	32
Tabla 10.	Clasificación taxonómica de Mayfly larva	34
Tabla 11.	Clasificación taxonómica de Pulgas de Mangle (<i>Talitridae</i>).....	37
Tabla 12.	especies encontradas en el rio mache.....	39
Tabla 13.	especies encontradas en el riachuelo.....	41
Tabla 14.	Total de Especies encontradas.....	44
Tabla 15.	Tabla Parámetros fisicoquímicos en la ría	47
Tabla 16.	Parámetros fisicoquímicos del riachuelo	48
Tabla 17.	Especies bioindicadoras de agua según el índice BMWP/Col.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección de macroinvertebrados acuáticos en el riachuelo.....	61
Anexo 2. Recolección de macroinvertebrados acuáticos en la Ria	61
Anexo 3. Guías para la identificación de macroinvertebrados a través de un orden en específico	62
Anexo 4. Localización de la ría	71
Anexo 5. localización del riachuelo.....	71
Anexo 6. toma de parámetros fisicoquímicos del riachuelo.....	71
Anexo 7. Toma de parámetros fisicoquímicos del la Ria	72

CAPITULO I

1 CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados acuáticos representan organismos fundamentales para la evaluación de la calidad ecológica en los ecosistemas acuáticos, debido a su susceptibilidad frente a alteraciones físicas, químicas y biológicas del medio en el que habitan (Andino Guarderas J. , 2020) . Debido a que estos organismos se distribuyen en distintas zonas del cuerpo de agua, se consideran indicadores biológicos efectivos, ya que su composición, cantidad y variedad permiten evidenciar el estado ecológico del ecosistema (Perez, 2003).

Los ecosistemas de manglar representan áreas de transición entre medios terrestres y marinos, conformando hábitats singulares caracterizados por una elevada productividad biológica. Estos entornos brindan refugio, recursos alimenticios y espacios de reproducción para diversas especies, entre ellas los macroinvertebrados, los cuales cumplen roles ecológicos esenciales, como la descomposición de materia orgánica y la transferencia de energía dentro de la red trófica. (Spalding, 2010). La degradación de estos ecosistemas, ocasionada por la contaminación, la tala indiscriminada y los efectos del cambio climático, puede ser analizada a través del estudio de la composición y organización de sus comunidades bentónicas. La identificación taxonómica y funcional de los macroinvertebrados facilita la aplicación de indicadores de diversidad ecológica, como el índice de Shannon-Wiener y el de Simpson, los cuales ofrecen una evaluación cuantitativa del estado ambiental de un cuerpo de agua. Estos indicadores no solo permiten medir la variedad y distribución equitativa de las especies, sino que también son herramientas clave para definir acciones de conservación y gestión ambiental, especialmente en áreas sensibles como los ecosistemas de manglar (Ramirez, 2014).

En consecuencia, esta investigación se centra en la identificación taxonómica de macroinvertebrados acuáticos dentro de un ecosistema de manglar, con el propósito de evaluar su diversidad biológica y el estado ecológico del entorno a través de la aplicación de índices bioecológicos, aportando así al conocimiento y preservación de estos sistemas naturales de gran relevancia.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La valoración del estado ambiental de los ecosistemas acuáticos se ha vuelto una prioridad fundamental para la gestión ambiental sostenible, especialmente en países con una gran biodiversidad como Ecuador (Windsor E. Aguirre, 2021). Entre los métodos más efectivos para determinar la calidad del agua destaca el análisis de macroinvertebrados acuáticos, incluyendo insectos, moluscos y crustáceos, debido a su alta sensibilidad frente a variaciones en las condiciones ambientales. Estos organismos actúan como bioindicadores esenciales, ya que su presencia, abundancia y diversidad reflejan el equilibrio ecológico de los cuerpos de agua (Merritt, 2019).

Sin embargo, el seguimiento y la clasificación de macroinvertebrados enfrentan diversos retos importantes. Entre las limitaciones se encuentran la ausencia de protocolos estandarizados para la recolección e identificación, así como las diferencias en la taxonomía regional, lo que dificulta la comparación entre distintos estudios (Bonada, 2006). Asimismo, la reacción de las especies ante factores como la contaminación, el uso del suelo y el cambio climático varía según las condiciones ecológicas particulares, lo que complica aún más el análisis de los resultados (Rosenberg, 1993).

En el ámbito ecuatoriano, caracterizado por una amplia diversidad de ecosistemas acuáticos como ríos amazónicos, lagunas andinas, estuarios y manglares costeros, estas dificultades adquieren una mayor importancia. La provincia de Manabí, en particular, cuenta con una gran variedad de ecosistemas acuáticos que resultan esenciales tanto para el bienestar de las comunidades locales como para la conservación de la biodiversidad. No obstante, estos cuerpos de agua enfrentan fuertes presiones ambientales, tales como la agricultura intensiva, la sobreexplotación pesquera, la deforestación, la expansión urbana y los impactos derivados del cambio climático ((MAE)., 2017).

El cantón Pedernales, ubicado en la región costera de Manabí, basa su economía en actividades como la agricultura, la pesca artesanal y el turismo. En su territorio, el río Mache ubicado en la provincia de Manabí, junto con varios estuarios y manglares, representa áreas de gran importancia ecológica y social. Sin embargo, estos ecosistemas están sufriendo un proceso de degradación y existe una carencia de información actualizada acerca del estado de su biodiversidad acuática. En este sentido, el estudio de los macroinvertebrados acuáticos puede proporcionar datos relevantes sobre la condición ambiental de estos sistemas y favorecer una gestión más eficaz y sostenible de los recursos hídricos (Domínguez E. &., 2009).

La falta de investigaciones sistemáticas en la región, la limitada formación técnica en monitoreo biológico y la carencia de protocolos estandarizados constituyen un obstáculo para el desarrollo de políticas ambientales locales fundamentadas en evidencia científica. Por esta razón, es imprescindible llevar a cabo estudios que incorporen metodologías uniformes para la identificación y análisis de macroinvertebrados acuáticos, con el objetivo de establecer indicadores de calidad ecológica aplicables a contextos locales como el de Pedernales. Estas

acciones no solo favorecerían la conservación de la biodiversidad, sino que también fortalecerían las capacidades técnicas de las comunidades para una gestión sostenible de sus recursos naturales.

1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variables independientes:

- Las características físicas del entorno, como temperatura, pH, conductividad y alcalinidad.
- Las características de la cuenca hidrográfica

Variables dependientes:

- El número de macroinvertebrados por especie.
- La cantidad de especies diversas es una medida de la diversidad de especies.
- Índices de diversidad de Shannon y Simpson.
- La cantidad total de macroinvertebrados
- Numero total de especies bioindicadoras

1.2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se plantearon la siguiente pregunta de investigación para llegar a la resolución de la problemática planteada:

¿Cuál es la composición y diversidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en las cuencas de aguas (riachuelo y río Mache) en la estación experimental latitud cero?

1.2.3 HIPOTESIS

H₀ (Hipótesis nula):

La estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el río Mache, evaluada mediante su composición, diversidad y abundancia, no presenta variaciones significativas entre los cuerpos de agua de en la estación experimental latitud cero.

H₁ (Hipótesis alterna):

La estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el río Mache, evaluada mediante su composición, diversidad y abundancia, presenta variaciones significativas entre los tramos del río en función de las condiciones físicas y químicas del hábitat, como la cobertura vegetal, el tipo de sustrato, la velocidad de la corriente y la calidad del agua.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la biodiversidad taxonómica de macroinvertebrados presentes en la estación experimental latitud cero, Pedernales en Manabí, durante el año 2025

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar y clasificar taxonómicamente los macroinvertebrados recolectados hasta el nivel más preciso posible (orden, familia o género).
- Determinar la abundancia y diversidad de las especies encontradas en cada sitio de muestreo.
- Analizar la composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad ecológica del agua.

1.4 Justificación

La vigilancia de la calidad del agua representa una herramienta fundamental para la gestión sostenible de los recursos hídricos, especialmente en áreas donde los ecosistemas acuáticos

juegan un rol clave en el desarrollo ecológico, económico y social. En este marco, el análisis de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos, complementado con la evaluación de variables fisicoquímicas, se ha consolidado como un método confiable para valorar el estado ecológico de los cuerpos de agua. Esta investigación se fundamenta en la necesidad de generar información científica sobre la calidad del agua del río Mache, localizado en el cantón Pedernales, provincia de Manabí, Ecuador, un sistema acuático que carece de estudios sistemáticos previos.

Este tipo de estudio resulta relevante dado que el río Mache y sus ecosistemas adyacentes sostienen actividades económicas fundamentales como la agricultura, la pesca artesanal y el turismo, además de proporcionar servicios ecosistémicos esenciales para las comunidades locales. Sin embargo, estos cuerpos de agua se ven afectados por actividades humanas como la explotación intensiva del suelo, la deforestación y el vertido de desechos, lo que podría estar modificando su calidad ecológica. Por ello, es prioritario establecer una línea base que permita conocer el estado actual de este ecosistema fluvial, con el objetivo de fomentar su conservación y manejo sostenible ((MAE)., 2017).

El empleo de macroinvertebrados acuáticos como herramienta para la evaluación ambiental permite identificar cambios a largo plazo en la calidad del agua, dado que estos organismos reaccionan de forma sensible a modificaciones en el hábitat, tales como la reducción del oxígeno disuelto, la presencia de contaminantes y las alteraciones en el sustrato (Merritt, 2019). Por otro lado, el análisis fisicoquímico aporta datos específicos que, combinados con los indicadores biológicos, brindan una perspectiva integral del estado ecológico del río. Esta estrategia

metodológica conjunta fortalece la confiabilidad de los resultados y facilita la toma de decisiones fundamentadas para el manejo ambiental. (Rosenberg, 1993).

Desde una óptica científica y social, este estudio resulta significativo porque permitirá establecer vínculos entre la calidad del agua y las actividades humanas que se desarrollan en la microcuenca, proporcionando así insumos esenciales para la formulación de estrategias de control ambiental. Asimismo, favorecerá el fortalecimiento de capacidades locales mediante la generación de conocimiento técnico y empírico que pueda ser aplicado en sistemas similares de la región. Según (Romero Jara, 2023), la carencia de investigaciones sobre microcuencas limita el diseño de políticas públicas eficaces, por lo que este trabajo podría constituir un modelo de referencia para futuras intervenciones.

1.5 MARCO TEÓRICO

1.5.1 Antecedentes

En los últimos años se ha reconocido que los macroinvertebrados acuáticos son organismos clave para el estudio de la calidad ecológica de los cuerpos de agua. De acuerdo con (Domínguez E. &., 2009), el análisis y la clasificación de estos grupos biológicos permite diferenciar especies sensibles y tolerantes a la contaminación, convirtiéndose en un método confiable para valorar la salud de los ecosistemas acuáticos.

En el ámbito sudamericano, (Domínguez E. &., 2009) elaboraron una obra de referencia que reúne la información sistemática y biológica de los principales grupos de macroinvertebrados, lo cual constituye una base fundamental para su identificación en estudios de biomonitorización.

Por otra parte, (Merritt, 2019) realizaron una actualización para Norteamérica en la que integran nuevas claves taxonómicas y criterios de clasificación. Este aporte subraya la relevancia

de llegar a niveles más específicos, como familia y género, para obtener una mejor interpretación de la calidad ambiental.

Aunque existe bibliografía que apoya la clasificación general de macroinvertebrados, aún se observa la necesidad de generar estudios locales que documenten las especies presentes en ríos y lagunas específicas. Este tipo de investigaciones contribuye con información actualizada que fortalece las bases de datos regionales y favorece la gestión de los recursos hídricos.

1.5.2 Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos se describen como organismos invertebrados visibles a simple vista, generalmente mayores a 0.5 mm, que pueden ser capturados mediante redes con mallas de entre 200 y 500 μm . Este conjunto comprende diversos taxones, incluyendo moluscos, crustáceos (como anfipodos, isópodos y decápodos), turbelarios, oligoquetos, hirudíneos e insectos (efemerópteros, plecópteros, odonatos, dípteros, coleópteros, hemípteros, neurópteros y tricópteros). Estos organismos habitan sobre o dentro del sustrato de ríos y lagos, sobre rocas, troncos sumergidos o vegetación acuática, e incluso nadan libremente en la columna de agua.

Desde un enfoque ecológico, los macroinvertebrados desempeñan un papel crucial en el ciclo de nutrientes de los ecosistemas acuáticos. Según (Dewitt, 2017), estos organismos contribuyen activamente a la descomposición de materia orgánica y al reciclaje de nutrientes como nitrógeno y fósforo, incrementando así su disponibilidad para plantas acuáticas y microorganismos. Por consiguiente, al ocupar una posición central en la red trófica, son fundamentales para mantener el equilibrio del ecosistema.

Según con (Andino Guarderas J. , 2020), los macroinvertebrados son organismos clave en los procesos de descomposición, transferencia de energía y regulación biológica. Estos son frecuentemente utilizados como indicadores biológicos de calidad del agua, ya que tanto su presencia o ausencia refleja el estado ecológico de los sistemas acuáticos.

1.5.3 Indicadores biológicos de calidad de agua

Los macroinvertebrados acuáticos se emplean ampliamente para evaluar la calidad del agua, debido a sus distintos grados de tolerancia a contaminantes físicos, químicos y orgánicos. En general, una mayor diversidad y abundancia de macroinvertebrados sensibles refleja una mejor calidad del agua (Andino Guarderas J. , 2020). Esta sensibilidad varía en función del tipo de contaminante presente, como aguas residuales, materia orgánica, pesticidas o metales pesados.

De acuerdo con (Rubén Ladrera, 2025) algunos grupos como efemerópteros, plecópteros y tricópteros son particularmente sensibles a la contaminación causada por nutrientes y sedimentos, por lo que su ausencia puede indicar una degradación considerable del ecosistema. En contraste, organismos como los dípteros y ciertos crustáceos prosperan en ambientes más contaminados, siendo útiles para detectar fuentes de contaminación química o turbidez.

1.5.4 Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados

Desde una perspectiva taxonómica, los macroinvertebrados comprenden representantes de varios filos, como Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes, Nematoda y Nematomorpha (Hanson, 2010). Sin embargo, no todos los integrantes de estos grupos son visibles a simple vista; muchos, especialmente dentro de los nemátodos y anélidos, forman parte de la meiofauna.

En los sistemas de monitoreo, se emplea una malla de alrededor de 125 μm para su captura, aunque esta dimensión puede variar según los objetivos específicos del estudio (Hanson, 2010).

1.5.5 Clasificación según tolerancia a la contaminación

Una de las aplicaciones más importantes de los macroinvertebrados en ecología acuática es su categorización basada en la tolerancia a la contaminación. Según (Andino Guarderas J. , 2020), los organismos sensibles, como efemerópteros y plecópteros, suelen encontrarse en aguas limpias, mientras que los dípteros del género *Chironomus* presentan alta tolerancia y predominan en ambientes acuáticos contaminados.

1.5.6 Diversidad funcional y ecológica

La diversidad de macroinvertebrados acuáticos abarca una amplia variedad de nichos ecológicos y roles tróficos. Artrópodos, moluscos y anélidos exhiben adaptaciones específicas a condiciones particulares del ambiente acuático, como temperatura, concentración de oxígeno disuelto y turbidez (Rubén Ladrera, 2025). Esta diversidad funcional permite utilizar la estructura de sus comunidades como un indicador sólido del estado ambiental del ecosistema, debido a su sensibilidad frente a alteraciones en el medio.

1.5.7 Marco legal ecuatoriano sobre el agua

La normativa ecuatoriana establece varios instrumentos legales que garantizan la protección del recurso hídrico y su calidad, entre ellos:

Constitución de la República del Ecuador (2008):

Art. 12: Reconoce el derecho humano al agua como fundamental e irrenunciable.

(Constituyente., 2008).

Art. 411: El Estado debe garantizar la conservación y manejo integral de los recursos hídricos

(Constituyente., 2008).

Código Orgánico del Ambiente (2017):

Art. 191: Establece que la Autoridad Ambiental debe realizar el monitoreo de la calidad del agua, aire y suelo (Nacional, 2017)

Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (2017):

Incluye normas técnicas sobre la conservación de la calidad ambiental, destacando el uso sostenible del agua en ecosistemas acuáticos.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169:2013:

Define los métodos de muestreo y transporte de muestras para análisis fisicoquímico del agua ((INEN), 2013).

Ley Orgánica de Recursos Hídricos (2014):

Art. 79: Plantea la prevención, control y sanción de la contaminación del agua que afecte a la salud humana, flora, fauna y equilibrio ecológico (Nacional., 2014).

Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua ((MAE), 2015):

Establece límites y condiciones para garantizar la calidad del agua en función de su uso y su función en el ecosistema.

CAPÍTULO II

2 DESARROLLO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, descriptivo y de corte transversal. Está dirigida a la identificación y clasificación taxonómica de macroinvertebrados acuáticos presentes en un ecosistema de agua dulce, basándose en muestreos de campo y análisis de laboratorio. La

identificación se llevó a cabo utilizando guías especializadas y manuales de clasificación de macroinvertebrados.

2.2 *Diseño de la investigación*

Para la recolección de muestras se emplearon diferentes herramientas, entre ellas redes tipo D, redes manuales variadas, coladores de cocina y una red tipo kick-net, con el fin de maximizar la detección de taxa presentes. La utilización de diversos métodos de muestreo permite capturar una mayor diversidad de macroinvertebrados, incluyendo aquellos fuertemente adheridos al sustrato. En estos casos, se realizaron recolectas directas utilizando pinzas entomológicas, lo cual resultó esencial para extraer organismos incrustados o con movilidad reducida.

2.3 *Tipo de investigación*

La presente investigación se enmarca en un enfoque inductivo, ya que parte de la observación y recolección directa de macroinvertebrados acuáticos en el río Mache y un riachuelo, con el fin de identificarlos y clasificarlos taxonómicamente. A partir del análisis de estas muestras, se busca describir la composición biológica de la comunidad presente. Este tipo de enfoque permite generar conocimientos a partir de datos específicos obtenidos en campo. Así, se construye una comprensión general del ecosistema evaluado sin partir de hipótesis previas.

2.4 *Método de investigación*

En la presente investigación, de enfoque experimental con metodología cualitativa-cuantitativa y observacional, se aplicaron técnicas especializadas para clasificar de manera taxonómica los macroinvertebrados acuáticos presentes en el río Mache y un riachuelo

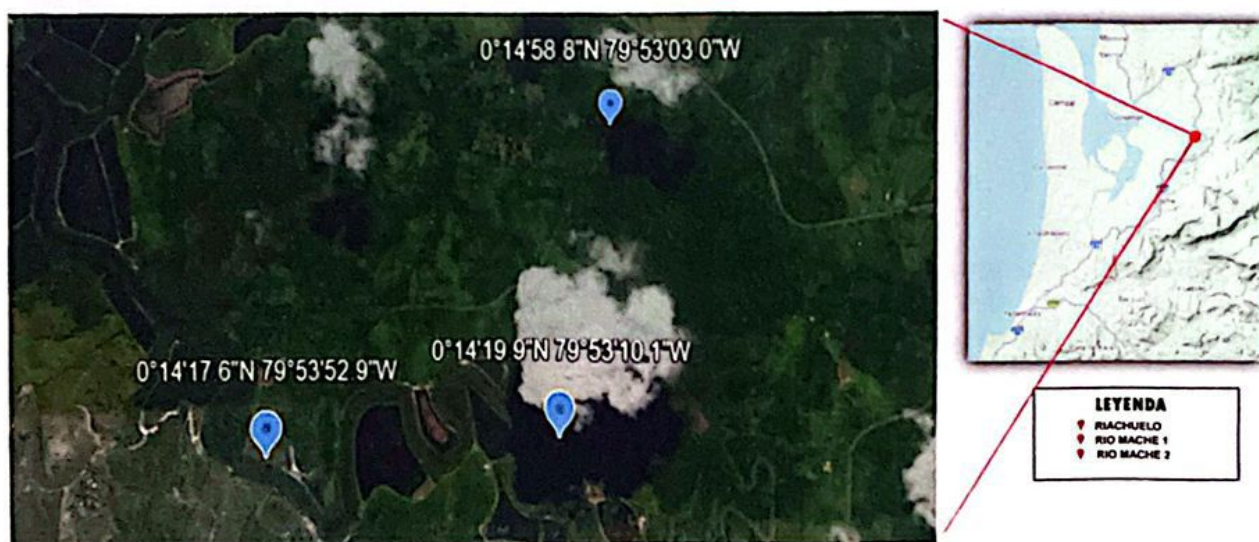
adyacente, ambos ubicados en el cantón Pedernales, provincia de Manabí. Para la recolección de organismos se utilizaron redes tipo D, redes kick-net y herramientas manuales complementarias. La identificación taxonómica de los macroinvertebrados recolectados se llevó a cabo utilizando una guía especializada para el reconocimiento de macroinvertebrados acuáticos.

2.4.1 Área de estudio

2.4.2 Localización

Se explica la situación geográfica el cual se ubica a 35 km de la ciudad de Pedernales, vía Chamanga, en la parroquia Cojimíes del cantón Pedernales, provincia de Manabí, Ecuador.

Figura 1 localización del ensayo



Fuente: (Google earth, 2020) localización del ensayo

2.4.3 Ubicación geográfica

Las coordenadas geográficas de la ría donde se recolectaron las muestras de macroinvertebrados acuáticos fueron del río Mache 0°14'17.6"N 79°53'52.9"W y 0°14'19.9"N 79°53'10.1"W, las coordenadas del riachuelo donde también se tomaron muestras de macroinvertebrados acuáticos se localiza en 0°14'58.8"N 79°53'03.0"W.

2.5 Población y muestra

2.5.1 Población

La población considerada en este estudio estuvo compuesta por macroinvertebrados acuáticos encontrados en dos cuerpos de agua, uno de tipo dulce y otro salobre: el río Mache y un riachuelo cercano, ambos localizados en el cantón Pedernales, provincia de Manabí, durante el periodo de muestreo del año 2025. Estos organismos, de más de 0.5 mm y perceptibles sin ayuda de instrumentos ópticos, pertenecen a distintos grupos taxonómicos, principalmente insectos y anélidos, y habitan diversos microhábitats como el fondo del cauce, la vegetación acuática, troncos sumergidos y otros sustratos disponibles en los ecosistemas analizados.

2.5.2 Muestra

La muestra estuvo conformada por los macroinvertebrados acuáticos recolectados en dos cuerpos de agua: el río Mache y un riachuelo adyacente, ubicados en el cantón Pedernales, provincia de Manabí. Los muestreos se realizaron en tres puntos estratégicos de cada ecosistema, durante siete jornadas de campo distribuidas entre los meses de enero y marzo del año 2025, específicamente los días: sábado 04 y domingo 19 de enero, sábado 01 y domingo 16 de febrero, sábado 01, domingo 16 y sábado 29 de marzo. Para la recolección se emplearon redes tipo D, redes kick-net y recolección directa con pinzas entomológicas, con el objetivo de captar la mayor diversidad posible de organismos. Las muestras obtenidas fueron conservadas en alcohol al 70 % y posteriormente trasladadas al laboratorio, donde los organismos fueron identificados hasta el nivel taxonómico de orden y familia.

2.6 Técnica de investigación

La elección del área de muestreo se fundamentó en la representatividad ecológica y la accesibilidad de los tramos del cuerpo de agua dentro de la estación experimental Latitud Cero,

situada en el cantón Pedernales, provincia de Manabí. Se seleccionaron puntos de muestreo a lo largo del riachuelo y la ría evaluados: a 100 metros de la ría y a 100 metros del riachuelo, ambos ubicados en la parte baja (aguas abajo).

Estas muestras permitieron comparar la composición de macroinvertebrados entre la ría y el riachuelo, considerando posibles diferencias en el flujo, la vegetación ribereña, el sustrato y la presión antropogénica.

La recolección de macroinvertebrados acuáticos se llevó a cabo mediante el método de red manual tipo "kick-net" (con malla de 500 μm), realizando barridos en el sustrato, la vegetación sumergida y el material orgánico acumulado. Se efectuaron entre 3 y 5 barridos por sitio, siguiendo un protocolo de muestreo semicuantitativo (Vera Torres, 2024).

Las muestras obtenidas fueron preservadas en envases plásticos con alcohol etílico al 70% y rotuladas con datos referentes al sitio de muestreo, fecha y hora. Posteriormente, fueron trasladadas al laboratorio universitario para su posterior análisis (Vera Torres, 2024).

La determinación taxonómica se llevó a cabo mediante el uso de una lupa estereoscópica, clasificando los ejemplares hasta el nivel de familia utilizando claves especializadas, como las (Insectario Virtual del Peñón de Ifach, 2024) y otras guías regionales.

Los datos recopilados posibilitaron elaborar un inventario de las familias presentes en la estación, así como identificar patrones de abundancia y diversidad de los macroinvertebrados en relación con las condiciones ambientales de cada ubicación.

2.7 Materiales y equipos

Tabla 1. Descripción de materiales

Malla de mano Kick-net

Envases de muestras

Pinzas

Alcohol 70%

Libreta

Aplicación Gaia

Botas

Teléfono

Fuente: Andrade K, 2025

2.7.1 Identificación de macroinvertebrados

La clasificación de los organismos se realizó mediante cartillas de identificación de macroinvertebrados acuáticos, validadas para la región. La identificación se realizó hasta el nivel de familia o género cuando fue posible, siguiendo criterios morfológicos visibles al estereoscopio.

Entre las cartillas utilizadas destacan:

- Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos: guía para el monitoreo participativo (Andino Guarderas P. , 2020)
- Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia. Roldán, G. (1999). (Roldan G. , 1999)
- Clave para la determinación de los principales grupos de invertebrados acuático

Se registró el número de individuos por grupo taxonómico y se elaboraron tablas para su análisis comparativo.

2.8 Observación directa

- Se observa in situ el entorno del cuerpo de agua: presencia de vegetación, sedimentos, contaminantes visibles, uso del suelo circundante, etc.

2.9 Clasificación taxonómica

- Se emplean claves taxonómicas para identificar los organismos recolectados hasta el nivel más específico posible (orden, familia o género).

2.10 Revisión documental

- Investigación bibliográfica sobre especies bioindicadoras, técnicas de muestreo, estándares de calidad del agua y normativa legal aplicable en Ecuador.

Tabla 2. Planificación financiera y presupuestaria

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Malla kit-net	1	\$ 100	\$ 100
Frascos de muestras	20	\$ 0.50	\$ 10
Alcohol	1	\$5	\$ 5
Pasajes	10	\$ 5	\$50
Multiparámetro modelo YY-1070	1	\$66	\$66
			TOTAL: \$ 231

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

3.1.1 *Identificación y clasificación taxonómica de los macroinvertebrados recolectados hasta el nivel más preciso posible (orden, familia o género).*

Se realizaron un total de 7 muestreos en ambos sitios, donde se recolectaron 36 individuos, distribuidos en 5 ordenes: A continuación, se describen sus características:

3.1.2 *Características de las especies encontradas.*

3.1.3 Orden Coleóptera

Constituyen un orden de insectos holometábolos que poseen piezas bucales de tipo masticador y un primer par de alas modificadas en estructuras rígidas denominadas élitros, las cuales protegen la parte posterior del tórax, incluyendo el segundo par de alas, así como el abdomen. Presentan una gran diversidad morfológica y pueden habitar en diversos ambientes, incluyendo ecosistemas dulceacuícolas y marinos, aunque su presencia en estos últimos es escasa. Su tamaño varía desde aproximadamente 0.3 mm en algunas especies de la familia Ptiliidae, hasta los 20 cm en hembras de *Titanus giganteus* y *Xixuthrus heros*. El cuerpo está dividido en las tres regiones típicas de los insectos: cabeza, tórax y abdomen; sin embargo, debido a la existencia de un pterotórax cubierto por los élitros, el cuerpo aparenta dividirse en una sección anterior y otra posterior bajo estas estructuras (Insectario Virtual del Peñón de Ifach, 2024).

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la Dystiscus marginalis

<i>Nivel de Jerarquía</i>	<i>Taxonómica</i>
Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Suborden	Adephaga
Familia	Dytiscidae
Subfamilia	Dytiscinae
Genero	<i>Dytiscus</i>
Especie	<i>Dytiscus marginalis</i> Linnaeus, 1758

Fuente: (Dytiscus marginalis Linnaeus, 2025)

Figura 2. Dytiscus marginalis



Fuente: Andrade. K. 2025

Dytiscus marginalis es un escarabajo acuático depredador de considerable tamaño, ampliamente distribuido en cuerpos de agua dulce como lagos, lagunas y estanques, principalmente en el hemisferio norte. Este coleóptero pertenece al orden Coleoptera, suborden Adephaga, y a la familia Dytiscidae, un conjunto que agrupa a numerosos insectos acuáticos adaptados a la vida subacuática (Nilsson, 1995). figura 2

Tanto los adultos como las larvas de *Dytiscus marginalis* son depredadores efectivos, alimentándose de otros insectos acuáticos, renacuajos e incluso peces pequeños. Su papel en la cadena trófica y su sensibilidad a determinadas variaciones en el medio acuático los hacen indicadores valiosos del estado ecológico de los ecosistemas de agua dulce (Bilton, 2014). figura

2

Este escarabajo presenta sensibilidad frente a la contaminación orgánica y química, particularmente a pesticidas y metales pesados, por lo que su presencia suele asociarse con aguas limpias y bien oxigenadas (Cuppen, 2001). Gracias a su habilidad para volar y colonizar nuevas masas acuáticas, también es considerado una especie modelo en estudios de dispersión y recolonización tras alteraciones ecológicas. figura 2

3.1.4 Orden Odonata

Este orden de insectos hemimetábolos incluye a los comúnmente conocidos como libélulas y caballitos del diablo. Los adultos presentan una cabeza más ancha que el resto del cuerpo, ojos grandes, antenas cortas, cuatro alas membranosas transparentes con numerosas venas, y un abdomen alargado y delgado. Habitan en ambientes acuáticos, los cuales son esenciales para el desarrollo de sus ninfas. La puesta de huevos varía según la especie: algunos los depositan en la vegetación acuática viva o muerta (Zigópteros y Ésnidos), otros los insertan en el sustrato (Cordulegástridos, Cordúlidos, Macrómidos), algunos los adhieren a la vegetación acuática (Libelúlidos) o simplemente los dejan caer en el agua (Gónfidos, Libelúlidos). La etapa de huevo dura entre una semana y dos meses en desarrollos directos, y varios meses en aquellos que permanecen en esta fase durante el invierno. (Insectario Virtual del Peñón de Ifach, 2024).

Tabla 4. Clasificación taxonómica de Larva libélula

Nivel de Jerarquía	Taxonómica
Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta

Orden	Odonata
Familia	Libellulidae
Genero	<i>Elasmothermis</i>

Fuente: (González-Soriano, 2006)

Figura 3. *Larva libélula*



Fuente: Andrade. K. 2025

Las libélulas forman parte del orden Odonata, y sus larvas, denominadas náyades, se desarrollan en ambientes acuáticos durante varios meses o incluso años antes de emerger como adultos alados. Las náyades de libélula habitan distintos cuerpos de agua dulce, como ríos, lagunas, estanques y humedales, donde desempeñan un papel crucial como depredadores de otros macroinvertebrados y larvas de mosquitos. (Corbet, 1999). Figura 3

Desde una perspectiva ecológica, las larvas de libélula son consideradas indicadores biológicos efectivos debido a su sensibilidad a variables como el oxígeno disuelto, la

temperatura, la turbidez, la contaminación química y las modificaciones del hábitat. Su presencia en un ecosistema acuático suele estar relacionada con aguas limpias, bien oxigenadas y con adecuada cobertura vegetal (Roldan G. , 1999) citado en (Ramirez, 2014). Figura 3

Además, su prolongado ciclo vital y su reducida capacidad de dispersión durante la etapa larval facilitan la evaluación constante de la calidad ambiental, a diferencia de organismos con mayor movilidad. Por ello, las comunidades de odonatos son comúnmente empleadas en programas de biomonitoreo y valoración ecológica. (Clausnitzer, 2009). Figura 3

3.1.5 Orden Hemiptera

Los insectos del orden Hemiptera, comúnmente denominados chinches verdaderas, comprenden especies que poseen un aparato bucal adaptado para perforar y succionar, utilizado para alimentarse de savia vegetal o de fluidos corporales de otros organismos. Son insectos hemimetábolos, es decir, experimentan una metamorfosis incompleta. Sus alas anteriores suelen estar parcialmente endurecidas en la base (hemélitros), mientras que las posteriores son membranosas. Este orden es sumamente diverso e incluye tanto especies terrestres como acuáticas. En el caso del género *Brachymetra*, estos pertenecen a la familia Gerridae, conocidas como chinches acuáticas o zapateras, que se desplazan sobre la superficie del agua gracias a adaptaciones hidrofóbicas en sus patas. Su cuerpo alargado y extremidades largas les permiten distribuir el peso de manera eficiente y aprovechar la tensión superficial del agua (Moreira, 2009)

Tabla 5. Clasificación taxonómica de chinches rastreras de agua

<i>Nivel de Jerarquía</i>	<i>Taxonómica</i>
---------------------------	-------------------

Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Suborden	Heteroptera
Infraorden	Nepomorpha
Familia	Naucoridae
Subfamilia	Laccocorinae
Genero	<i>Interocoris</i>
	<i>Interocoris mexicanus</i> (Usinger, 1935)
Especie	

Fuente: (Polhemus J. T., *Interocoris mexicanus* Polhemus & Polhemus 2008, comb. nov. Zenodo., 2008)

Figura 4. Chinchas Rastreras de Agua



Fuente: Andrade. K. 2025

Las chinchas acuáticas, clasificadas dentro del orden Hemiptera y comúnmente distribuidas en familias como Nepidae, Belostomatidae, Notonectidae y Corixidae, son insectos que habitan ambientes de agua dulce, incluyendo ríos, lagunas, estanques y humedales. Estos organismos desempeñan un rol fundamental como bioindicadores, dado que su presencia, diversidad y abundancia pueden reflejar las condiciones ecológicas de los ecosistemas acuáticos (Roldan, 2016). Figura 4

De acuerdo con (Ramírez, 2014), los macroinvertebrados acuáticos, incluidos los hemípteros, exhiben diversos grados de tolerancia a la contaminación orgánica, lo que los convierte en herramientas eficaces para la evaluación rápida de la calidad del agua. Los hemípteros acuáticos son particularmente valiosos debido a su capacidad para sobrevivir en una amplia variedad de condiciones, lo que facilita la diferenciación entre cuerpos de agua saludables y aquellos afectados por actividades antropogénicas (Karaouzas, 2006). Figura 4

En cuanto a su distribución, estos insectos están ampliamente presentes en toda América Latina. En países como Ecuador, Colombia y México, las chinches acuáticas han sido documentadas en ecosistemas montañosos, llanuras y regiones tropicales. Su presencia está condicionada por variables como el pH, la temperatura del agua, la velocidad del flujo, la altitud y el tipo de sustrato. (Roldan G. , 1999). Figura 4

Por ende, el análisis de las chinches acuáticas proporciona no solo datos taxonómicos significativos, sino también un método práctico y coste-efectivo para el monitoreo ecológico y la administración sostenible de los recursos hídricos.

Tabla 6 . Clasificación taxonómica de abejas de agua

<i>Nivel de Jerarquía</i>	<i>Taxonómica</i>
Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Suborden	Heteroptera
Infraorden	Nepomorpha
Superfamilia	Notonectoidea
Familia	Notonectidae

Fuente: (Polhemus J. T., 2008)

Figura 5. Abejas de agua



Fuente: Andrade. K. 2025

Las conocidas como “abejas de agua” hacen referencia, por lo general, a insectos acuáticos pertenecientes a la superfamilia Notonectoidea, en particular a la familia Notonectidae, comúnmente llamados chinches nadadoras o *backswimmers*. Estos hemípteros presentan una amplia distribución en hábitats de agua dulce de tipo léntico, como estanques, charcas y tramos de ríos con corriente lenta, abarcando desde zonas templadas hasta tropicales, incluyendo gran parte de América Latina (Domínguez E. &., 2009). Si bien no presentan una sensibilidad elevada frente a la contaminación, como ocurre con los efemerópteros o tricópteros, su presencia suele estar vinculada a ambientes con vegetación acuática y aguas de calidad intermedia. Por ello, se les considera organismos con tolerancia moderada, útiles como complemento en estudios de

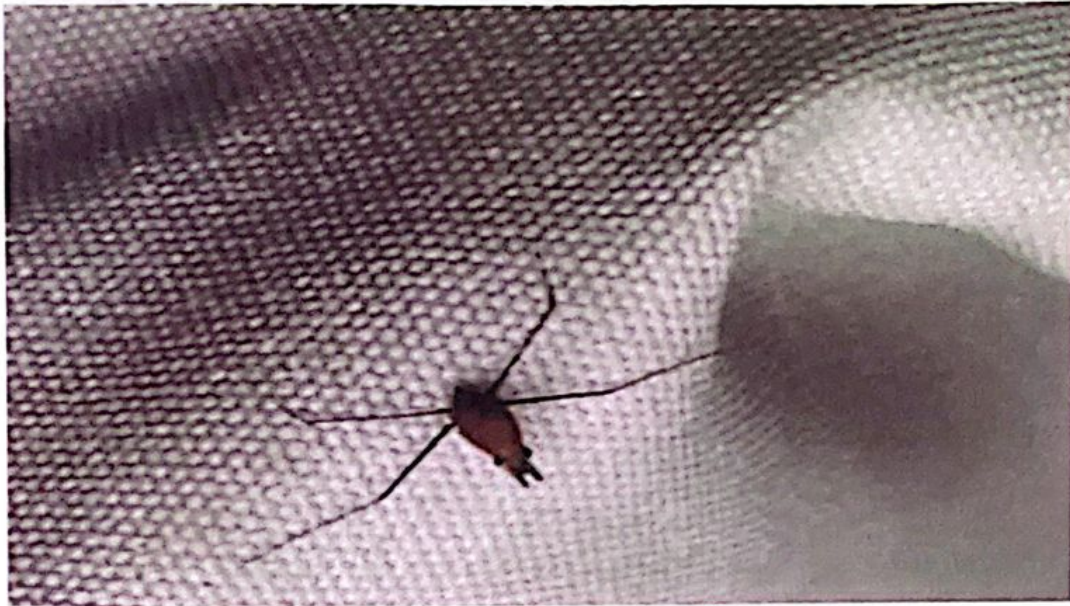
evaluación ecológica, aunque no se clasifican como indicadores directos de buena calidad hídrica. Su apariencia reluciente y forma particular de desplazarse les ha valido, en algunas zonas, el apodo popular de “abejas de agua”. Figura 5

Tabla 7. Clasificación taxonómica de Brachymetra Mayr, 1865

<i>Nivel de Jerarquía</i>	<i>Taxonómica</i>
Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Suborden	Heteroptera
Infraorden	Gerromorpha
Superfamilia	Gerroidea
Familia	Gerridae
Subfamilia	Charmatometrinae
Genero	<i>Brachymetra</i>

Fuente: (Tree., 2025)

Figura 6. Brachymetra Mayr, 1865



Fuente: Andrade. K. 2025

El género *Brachymetra*, descrito por Mayr en 1865, forma parte de la familia Gerridae, un conjunto de hemípteros reconocidos por su habilidad para desplazarse sobre la superficie acuática gracias a adaptaciones hidrofóbicas en sus extremidades. Estas chinches acuáticas se encuentran en cuerpos de agua dulce de regiones tropicales y subtropicales, donde cumplen un rol importante como depredadores de insectos pequeños y como indicadores biológicos de la calidad ecológica (Andersen, 1982). Figura 6

Las especies del género *Brachymetra* tienen una distribución amplia en América Central y del Sur, abarcando países como Colombia, Ecuador, Perú, México y Brasil. Se han reportado en áreas de baja altitud, así como en ecosistemas montañosos, habitualmente en las riberas de ríos o en aguas de corriente lenta (Polhemus D. A., 2008). Figura 6

Desde una perspectiva ecológica, estos insectos constituyen indicadores valiosos en investigaciones de biomonitoreo, dado que reaccionan a cambios en la estructura del hábitat, la

presencia de contaminantes y la vegetación ribereña. Aunque su sensibilidad es menor en comparación con otros macroinvertebrados bentónicos, su papel en la superficie del ecosistema acuático resulta fundamental para comprender la dinámica trófica entre los ambientes aéreo y acuático (Roldan G. , 1999). Figura 6

Tabla 8. Clasificación taxonómica de *Ranatra*

Nivel de Jerarquía	Taxonómica
Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Suborden	Heteroptera
Infraorden	Nepomorpha
Superfamilia	Nepoidea
Familia	Nepidae
Subfamilia	Ranatrinae
Genero	<i>Ranatra</i> Fabricius, 1790

Fuente: (De AquaPortail, 2025)

Figura 7. *Ranatra*



Fuente: Andrade. K. 2025

El género *Ranatra* comprende hemípteros acuáticos pertenecientes a la familia Nepidae, comúnmente denominados chinches aguja debido a su cuerpo alargado y rígido. Están ampliamente distribuidos en cuerpos de agua dulce, tales como estanques, lagunas y márgenes de ríos con vegetación sumergida o flotante. Estos insectos actúan como depredadores efectivos, alimentándose de larvas de otros insectos, pequeños crustáceos, renacuajos e incluso peces de pequeño tamaño (Turra, 2007). Figura 7

Una de las particularidades más notables de *Ranatra* es su sifón respiratorio prolongado y estrecho situado en la parte posterior del abdomen, que actúa como un “snorkel”, facilitándoles la respiración aérea mientras permanecen sumergidos (Schuh, 1995). Esta adaptación les posibilita mantenerse inmóviles durante largos períodos, acechando a sus presas. Figura 7

Desde una perspectiva ecológica, *Ranatra* es considerada una especie bioindicadora de ambientes acuáticos de agua dulce con vegetación bien estructurada, adecuada oxigenación y

baja contaminación (Ramírez, 2014). Aunque presentan mayor tolerancia que otros macroinvertebrados sensibles, como los tricópteros, su presencia en estudios de biomonitoreo puede reflejar condiciones ambientales favorables y un equilibrio ecológico óptimo.

Tabla 9. Clasificación taxonómica de chinche de agua

<i>Nivel de Jerarquía</i>	<i>Taxonómica</i>
Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Suborden	Heteroptera
Infraorden	Nepomorpha
Familia	Nepidae

Fuente: (ITIS.gov, 2025)

Figura 8. Chinche de agua



Fuente: Andrade. K. 2025

Las denominadas chinches de agua constituyen un conjunto de insectos pertenecientes al orden Hemiptera, suborden Heteroptera, que habitan en ambientes de agua dulce. Esta denominación común incluye diversas familias como Nepidae (por ejemplo, *Ranatra*), Belostomatidae (chinches acuáticas gigantes), Notonectidae (nadadores dorsales) y Corixidae (chinches acuáticas verdaderas). Estos insectos han desarrollado adaptaciones morfológicas y fisiológicas específicas para la vida acuática, tales como patas posteriores modificadas para la natación, sifones respiratorios o estructuras hidrofóbicas que facilitan su desplazamiento sobre la superficie del agua (Roldan G. , 1999). Figura 7

Desde un enfoque ecológico, las chinches acuáticas actúan como depredadores oportunistas, alimentándose de otros insectos acuáticos, pequeños crustáceos, renacuajos y peces de tamaño reducido. Algunas especies, como las pertenecientes al género *Belostoma*, incluso liberan

enzimas digestivas en sus presas, licuando sus tejidos antes de succionar su contenido. (Schuh, 1995).

Asimismo, estas chinches son consideradas indicadores biológicos moderados de la calidad del agua. Aunque ciertas especies soportan niveles intermedios de contaminación, muchas necesitan ambientes acuáticos con adecuada oxigenación, abundante vegetación y condiciones estables (Ramírez, 2014). Por ello, su presencia y diversidad pueden ofrecer información valiosa en investigaciones de biomonitoreo y evaluación ambiental.

3.1.6 Orden Ephemeroptera

Los insectos del orden *Ephemeroptera*, comúnmente llamados efímeras, son organismos acuáticos durante su etapa ninfal y se desarrollan en ambientes de agua dulce. Estos insectos presentan metamorfosis incompleta o hemimetábola, transitando por las fases de huevo, ninfa y adulto, sin etapa pupal. Su rasgo más característico es la corta duración de vida de los adultos, que a veces solo sobreviven unas horas, de ahí su nombre de “efímeras”. Poseen dos o tres cercos largos (colas filiformes), alas anteriores grandes y triangulares, y alas posteriores notablemente más pequeñas. Las ninfas son indicadores importantes de la calidad del agua debido a su alta sensibilidad a la contaminación. En particular, las ninfas de *Ephemerella invaria* habitan sustratos de ríos bien oxigenados y desempeñan un rol ecológico significativo dentro de la red trófica acuática (Merritt, 2019).

Tabla 10. Clasificación taxonómica de Mayfly larva

Nivel de Jerarquía	Taxonómica
--------------------	------------

Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Ephemeroptera
Familia	Ephemerellidae
Genero	<i>Ephemerella</i>
Especie	<i>Ephemerella invaria</i> (Walker, 1853)

Fuente: (Jacobus, 2003)

Figura 9. Mayfly larva



Fuente: Andrade. K. 2025

Las larvas de efimeras, integrantes del orden *Ephemeroptera*, son organismos acuáticos ampliamente valorados por su alta sensibilidad a la contaminación, lo que las convierte en

bioindicadores confiables en estudios de monitoreo ecológico. Estas larvas se desarrollan en ambientes lóticos, tales como ríos, quebradas y arroyos, donde habitan en el sustrato compuesto por piedras, hojarasca y sedimentos orgánicos (Roldan G. , 1999);citado de (Ramírez, 2014).

Figura 9

Desde el punto de vista morfológico, las larvas de efímeras poseen un cuerpo alargado y aplanado de manera dorsoventral, con tres filamentos caudales (en la mayoría de las especies) y branquias en forma de láminas o plumosas situadas a los costados del abdomen, las cuales les facilitan el intercambio de gases. Estas estructuras branquiales resultan vulnerables a cambios fisicoquímicos en el agua, tales como la reducción del oxígeno disuelto, la presencia de contaminantes orgánicos y el incremento de sedimentos finos (Merritt, 2019).

Las efímeras desempeñan un papel fundamental en la cadena alimentaria acuática al funcionar como consumidores primarios, alimentándose de detritos y algas, y a su vez sirviendo como fuente de alimento para peces e insectos depredadores. Su ciclo vital es relativamente breve y, aunque los adultos sobreviven solo unas pocas horas o días (de ahí proviene el nombre “efímeras”), las larvas pueden mantenerse varios meses en el medio acuático (Domínguez E. M., 2006).

En estudios ecológicos, la existencia de una elevada diversidad de larvas de efímeras generalmente señala aguas limpias y con buen nivel de oxígeno, mientras que su ausencia o reducción en cantidad indica un deterioro del ecosistema (Rosenberg, 1993).

3.1.7 Orden Amphipoda

Los anfípodos son crustáceos pertenecientes al orden Amphipoda, reconocidos por su cuerpo comprimido lateralmente y la ausencia de un exoesqueleto rígido. A diferencia de los isópodos,

poseen diferentes pares de patas especializadas en funciones variadas como el desplazamiento, la alimentación o la sujeción. Son organismos bentónicos que habitan una amplia diversidad de ambientes acuáticos, tanto marinos como de agua dulce, e incluso ambientes terrestres húmedos en ciertas especies de la familia Talitridae, conocidas como “pulgas de mar”. No experimentan metamorfosis completa; su desarrollo es directo, lo que significa que las crías emergen del huevo con una morfología similar a la del adulto. Desempeñan un papel crucial en los ecosistemas como descomponedores y como fuente de alimento para peces e invertebrados. La familia Talitridae incluye especies adaptadas a zonas intermareales y terrestres, como playas arenosas y áreas húmedas, donde saltan como mecanismo de defensa. (Brusca, 2016)

Tabla 11. Clasificación taxonómica de Pulgas de Mangle (Talitridae)

<i>Nivel de Jerarquía</i>	<i>Taxonómica</i>
Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	Arthropoda
Sub Phylum	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Amphipoda
Familia	Talitridae

Fuente: (Database, 2025)

Figura 10. Pulgas de Mangle (Talitridae)



Fuente: Andrade. K. 2025

Las denominadas pulgas de mangle forman parte de la familia Talitridae, dentro del orden Amphipoda y la clase Malacostraca. Estos crustáceos, comúnmente conocidos como pulgas de mar o pulgas de playa, incluyen algunas especies que se han adaptado a ecosistemas costeros terrestres, tales como manglares, playas arenosas y zonas supralitorales. Aunque su aspecto puede parecerse al de los insectos, en realidad son crustáceos anfípodos que juegan un papel fundamental en el reciclaje de materia orgánica en ambientes intermareales (García-Gómez, 2001). Figura 10

Las especies de Talitridae que residen en manglares se nutren de materia vegetal en descomposición, principalmente de hojas caídas de mangle, contribuyendo a la descomposición

de la hojarasca acumulada. Este proceso facilita el reciclaje de nutrientes y sostiene el equilibrio ecológico del ecosistema. Asimismo, constituyen alimento para aves, peces e insectos, convirtiéndolos en un eslabón fundamental dentro de la cadena trófica (Brusca, 2016).

Aunque no habitan directamente en el agua, estas especies actúan como indicadores de la calidad del hábitat costero, dado que su presencia y cantidad se ven influenciadas por la contaminación, la compactación del suelo, la disminución de la vegetación y el incremento de la salinidad. Por ello, resultan valiosas para estudios de monitoreo ecológico en ambientes litorales y manglares (Brusca, 2016).

3.1.8 Determinación de la abundancia y diversidad de las especies encontradas en cada sitio de muestreo.

3.1.9 Sitio 1: Río mache abundancia y diversidad de las especies

Tabla 12. especies encontradas en el río mache

Especies	Nro. Individuos	Pi	Pi × ln(Pi)	Pi²
<i>Dytiscus marginalis</i>	1	0.0278	0.0995	0.0008
Larva libélula <i>Elasmothermis</i>	3	0.0833	0.2071	0.0069
Abejas de agua (<i>Notonectidae</i>)	5	0.1389	0.2742	0.0193

Especies	Nro. Individuos	Pi	Pi × ln(Pi)	Pi²
<i>Brachymetra</i> Mayr, 1865	6	0.1667	0.2986	0.0278
Pulgas de Mangle (<i>Talitridae</i>)	7	0.1944	0.3252	0.0378
Totales	22	0.6111	1.2046	0.0926

Fuente: Andrade. K. 2025

Shannon (H') $2.01 \times 0.6111 \approx 1.2046$

Simpson (1/D) $1 / 0.0926 \approx 10.80$

Índice de diversidad Shannon

$$H = - \sum_{i=1}^{\delta} P_i \ln(P_i)$$

S = número total de especies

Pi = proporción de individuos de la especie i sobre el $\frac{n(n-1 \text{ individuo de especie } i)}{2 \text{ total individuos}}$

ln = logaritmo natural

Índice de diversidad de Simpson

$$\text{Índice de diversidad de Simpson} = \frac{1}{D}$$

Fuente: Andrade. K. 2025

Ambos índices coinciden en mostrar que la comunidad representada posee una diversidad ecológica saludable. Hay una representación balanceada de varias especies, con una estructura de abundancia más uniforme. Pero no alcanza los niveles máximos de diversidad, se interpreta como una comunidad estable y bien distribuida. Tabla 12

3.1.10 Sitio 2: Riachuelo abundancia y diversidad de las especies

Tabla 13. especies encontradas en el riachuelo

Especies	Nro. Individuos	Pi	Pi × ln(Pi)	Pi²
Chinches rastreras <i>Interocoris mexicanus</i>	2	0.0556	-0.1606	0.0031
Chinche de agua (no identificada)	2	0.0556	-0.1606	0.0031
<i>Ranatra</i>	3	0.0833	-0.2071	0.0069
<i>Ephemerella invaria</i>	4	0.1111	-0.2441	0.0123
Totales	11	0.3889	-0.8030	0.0648

Fuente: Andrade. K. 2025

Shannon (H') $2.01 \times 0.3889 \approx 0.8030$

Simpson ($1/D$) $1 / 0.0648 \approx 15.43$

Índice de diversidad Shannon

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

S = número total de especies

P_i = proporción de individuos de la especie i sobre el $\frac{n(n-1 \text{ individuo de especie } i)}{2 \text{ total individuos}}$

$\ln$ = logaritmo natural

Índice de diversidad de Simpson

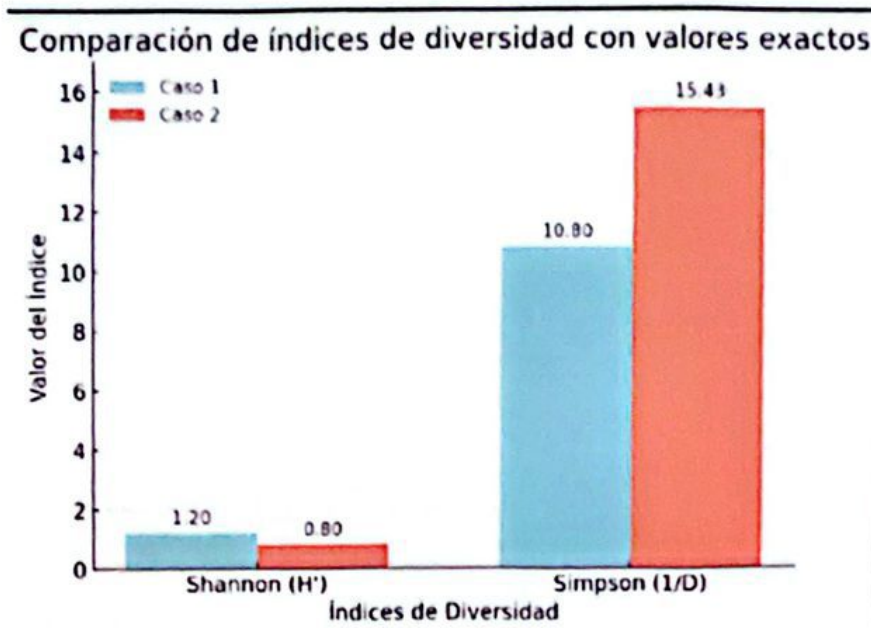
Índice de diversidad de Simpson $= \frac{1}{D}$

Fuente: Andrade. K. 2025

A pesar de que el índice de Shannon indica baja equidad en la abundancia, el índice de Simpson alto sugiere que hay una buena representación de varias especies (es decir, la riqueza no es baja), pero su distribución no es perfectamente uniforme. Es probable que algunas especies

estén presentes en baja cantidad, pero ninguna especie única esté dominando absolutamente el sistema. Tabla 13

Figura 11. Comparación de índices de Shannon y Simpson



Fuente: Andrade. K. 2025

En Shannon, el Caso 1 tiene mayor valor (1.20 vs 0.80), indicando mayor diversidad y equilibrio.

En Simpson, el Caso 2 tiene un valor más alto (15.43 vs 10.80), sugiriendo menor dominancia y mayor diversidad según este índice.

Lo que indica que en el Río mache hay tanto mayor diversidad como dominancia en comparación al riachuelo. Tabla 12

3.1.11 Abundancia total: abundancia y diversidad de las especies

Durante el monitoreo realizado en las zonas del manglar y el riachuelo del Centro Experimental "Latitud 0°", se recolectaron un total de 36 macroinvertebrados distribuidos en 9 especies, pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Odonato, Hemíptero, Ephemeroptera y Amphipoda. La identificación taxonómica permitió clasificar organismos como *Dytiscus marginalis*, *Elasmothermis* (larva de libélula), *Interocoris mexicanus*, Notonectidae, *Brachymetra*, *Ranatra*, *Ephemerella invaria* y miembros de la familia Talitridae (pulgas de mangle).

Tabla 14. Total de Especies encontradas.

Especies	Nro. Individuos	Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Dytiscus marginalis</i>	1	0,02777778	-0,0995422	0,0007716
Larva libelula <i>Elasmothermis</i>	3	0,08333333	-0,2070756	0,00694444
Chinches rastreras de agua <i>Interocoris mexicanus</i>	2	0,05555556	-0,1605762	0,00308642
Abejas de agua Notonectidae	5	0,13888889	-0,2741779	0,01929012
<i>Brachymetra</i> Mayr, 1865	6	0,16666667	-0,2986266	0,02777778
Chinche de agua	2	0,05555556	-0,1605762	0,00308642
<i>Ranatra</i>	3	0,08333333	-0,2070756	0,00694444
Mayfly larva <i>Ephemerella invaria</i>	4	0,11111111	-0,2441361	0,01234568
Pulgas de Mangle (Talitridae)	10	0,27777778	-0,355815	0,07716049
Sumatoria	36		1 -2,0076012	0,15740741
			-1	
H(shannon)			2,00760124	
D(simpson)				6,35294118

Fuente: Andrade. K. 2025

Índice de diversidad Shannon

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i) \quad (1)$$

S = número total de especies

P_i = proporción de individuos de la especie i sobre el $\frac{n(n-1 \text{ individuo de especie } i)}{2 \text{ total individuos}}$

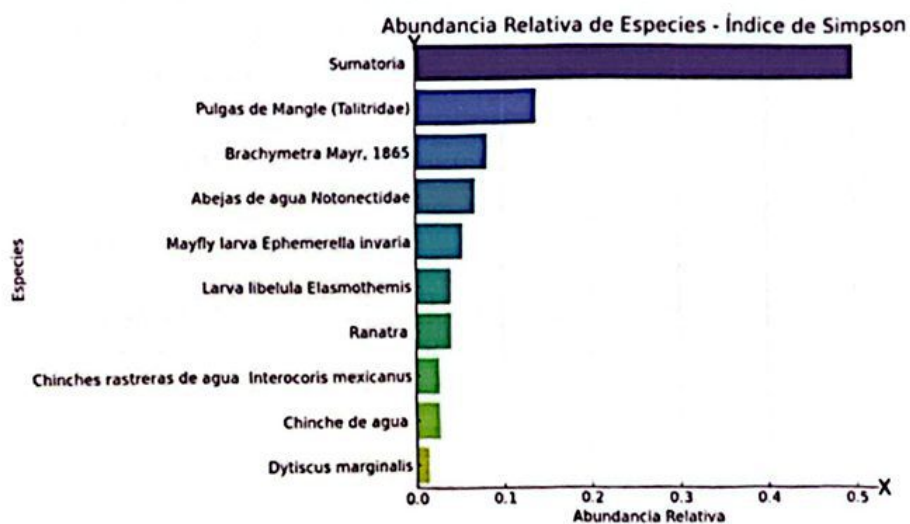
ln = logaritmo natural

Índice de diversidad de Simpson

$$\text{Índice de diversidad de Simpson} = \frac{1}{D} \quad (2)$$

Fuente: elaboración propia

Figura 12. Abundancia relativa total de especies encontradas



Fuente: elaboración propia

Abundancia relativa de especies según el número de individuos observados, calculada con base en el índice de Simpson. Elaboración propia a partir de datos recolectados en el estudio (2025) figura 12

El gráfico obtenido muestra la distribución de la abundancia relativa de las distintas especies presentes en la muestra analizada. Se observa una marcada dominancia de unas pocas especies, evidenciada por las barras de mayor longitud, lo que indica que estas especies concentran un porcentaje significativo del total de individuos registrados. En contraste, un número considerable de especies presenta una abundancia relativa baja, lo que sugiere que son menos frecuentes o se encuentran en menor número dentro del ecosistema evaluado. Figura 12

Este patrón de distribución es característico de comunidades ecológicas con baja equitatividad, donde unas pocas especies dominan el ambiente mientras que otras tienen representaciones marginales. Desde la perspectiva del índice de Simpson, esta situación se traduce en un valor de diversidad relativamente bajo, ya que el índice es inversamente proporcional a la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Figura 12

Este resultado tiene importantes implicaciones ecológicas, ya que una comunidad con baja equitatividad puede ser más vulnerable a perturbaciones ambientales, debido a su dependencia de un número reducido de especies dominantes. Por lo tanto, es fundamental complementar este análisis con estrategias de conservación que busquen promover la diversidad y el equilibrio ecológico dentro del sistema evaluado.

La especie más abundante fue *Talitridae* (pulgas de mangle), con 9 individuos, representando el 27,77% del total, lo que puede indicar un aporte considerable de materia orgánica en la zona del manglar. En contraste, especies como *Dytiscus marginalis* fueron poco frecuentes, lo cual podría deberse a características particulares del microhábitat o a variaciones en la calidad del agua.

Figura 12

Los valores obtenidos, junto con la composición específica, indican una moderada calidad ecológica, sustentada por la presencia de organismos sensibles como *Ephemerella invaria* y larvas de libélula, combinada con especies más tolerantes como *Interocoris mexicanus*. Este patrón sugiere que, aunque existen condiciones propicias para el desarrollo de una comunidad diversa, también podrían estar presentes factores de presión como cambios en el uso del suelo, alteración del hábitat o contaminación difusa.

Los resultados coinciden con estudios de (Domínguez E. &, 2009), quienes señalan que la coexistencia de especies sensibles y tolerantes suele indicar zonas de transición ecológica.

3.1.12 Examinación de la composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad ecológica del agua.

Para complementar el análisis biológico, se realizó la medición in situ de parámetros fisicoquímicos del agua en cada uno de los puntos de muestreo dentro de la estación experimental Latitud Cero. Los parámetros registrados fueron:

Tabla 15. Tabla Parámetros fisicoquímicos en la ría

Parámetro	Valor	Unidad
Temperatura	25.7	°C (grados centígrados)
pH	7.30	-
Conductividad	13.32	mS/cm (milisiemens/cm)
Salinidad	0.72	PSU (unidades prácticas de salinidad)
Total de sólidos disueltos (TDS)	66.70	mg/L

Fuente: elaboración propia.

En el riachuelo:

Tabla 16. Parámetros fisicoquímicos del riachuelo

Parámetro	Valor	Unidad
Temperatura	23.6	°C (grados centígrados)
pH	7.25	-
Conductividad	5.16	mS/cm (milisiemens/cm)
Salinidad	0.02	PSU (unidades prácticas de salinidad)
Total de sólidos disueltos (TDS)	258.0	mg/L

Fuente: elaboración propia

La medición se efectuó con un medidor multiparamétrico portátil (yy-1070), previamente calibrado según el manual del fabricante. Las lecturas se realizaron en las horas de la tarde para evitar variaciones térmicas significativas de la ría y riachuelo.

3.1.13 Especies bioindicadoras de agua

Clasificación según su valor como bioindicadoras utilizando criterios similares al índice BMWP/Col (Roldan G. , 1999), el cual asigna un valor de 1 a 10 según la sensibilidad del macroinvertebrado a la contaminación (10 = muy sensible, 1 = muy tolerante). Tabla 17

Tabla 17. Especies bioindicadoras de agua según el índice BMWP/Col

Espece / Grupo	Orden / Familia	Valor BMWP/Col estimado	Sensibilidad / Calidad de agua
Ephemerella invaria (larva mayfly)	Ephemeroptera: Ephemerellidae	10	Muy sensible – Agua limpia
Dytiscus marginalis	Coleoptera: Dytiscidae	5	Moderadamente sensible – Agua intermedia
Elasmothermis (larva de libélula)	Odonata: Libellulidae	4	Poco sensible – Agua intermedia
Interocoris mexicanus	Hemiptera: Naucoridae	4	Poco sensible – Agua intermedia

Especie / Grupo	Orden / Familia	Valor BMWP/Col estimado	Sensibilidad / Calidad de agua
Notonectidae (abejas de agua)	Hemiptera: Notonectidae	3	Tolerante – Agua contaminada
Brachymetra Mayr, 1865	Hemiptera: Gerridae	3	Tolerante – Agua contaminada
Chinche de agua (genérico)	Hemiptera (varias familias)	2–4	Tolerante – Depende del género
Ranatra	Hemiptera: Nepidae	2	Muy tolerante – Agua contaminada
Pulgas de mangle (Talitridae)	Amphipoda: Talitridae	No aplica en BMWP/Col	No evaluado – Ambiente costero/litoral

Fuente: elaboración propia

3.2 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante el monitoreo en las zonas de la ría y el riachuelo del Centro Experimental “Latitud 0°” evidencian una comunidad de macroinvertebrados acuáticos moderadamente diversa, con un total de 36 individuos distribuidos en 9 especies pertenecientes a cinco órdenes. Esta composición indica que el ecosistema mantiene una estructura biológica funcional, aunque posiblemente esté expuesto a presiones ambientales de origen natural o antrópico (Marcelo Tabarelli, 2021).

La alta abundancia de Talitridae podría estar relacionada con un aumento en la disponibilidad de materia orgánica en la zona del manglar, lo cual favorece a especies detritívoras y tolerantes a condiciones de baja oxigenación. En contraste, la presencia de especies indicadoras de buena calidad de agua, como *Ephemerella invaria* y larvas de Odonata, refuerza la idea de un ecosistema que aún conserva características saludables, aunque posiblemente amenazadas por factores como sedimentación, contaminación difusa o alteración del hábitat. Este patrón coincide con los hallazgos de (Domínguez E. &., 2009), quienes mencionan que la coexistencia de especies sensibles y tolerantes indica zonas ecológicamente mixtas, en donde aún existen condiciones para la biodiversidad, pero con señales de posible deterioro.

Para complementar esta evaluación, se aplicaron los índices de Simpson y Shannon, los cuales revelaron una diversidad y equidad de especies moderadas en la comunidad de macroinvertebrados. Estos índices son relevantes porque miden la riqueza y la distribución relativa de las especies presentes, permitiendo evaluar la complejidad y estabilidad del ecosistema acuático. Sus resultados funcionan como herramientas bioindicadoras valiosas, que pueden apoyar la toma de decisiones en la gestión ambiental de los cuerpos de agua.

Sin embargo, la baja equitatividad observada, reflejada en la dominancia de unas pocas especies, plantea una preocupación ecológica. Ecosistemas con estas características tienden a ser más vulnerables a perturbaciones, ya que dependen en gran medida de la estabilidad de las especies dominantes. Por tanto, se sugiere la implementación de estrategias de conservación que promuevan una mayor heterogeneidad del hábitat, controlen el ingreso de contaminantes y aseguren la conectividad ecológica en la zona.

En conjunto, los resultados de este estudio ofrecen una visión integral sobre la estructura de la comunidad de macroinvertebrados en el Centro Experimental Latitud 0°, revelando tanto su potencial ecológico como las amenazas latentes que podrían comprometer su equilibrio. Estos hallazgos deben considerarse como base para futuros monitoreos, medidas de mitigación y propuestas de manejo sostenible del ecosistema.

3.3 Comprobación de hipótesis o preguntas de investigación

¿Cuál es la composición y diversidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en las cuencas de aguas (riachuelo y río Mache) en la estación experimental latitud cero?

La composición de macroinvertebrados acuáticos en las cuencas del riachuelo y el río Mache, ubicados en la estación experimental Latitud Cero, se caracteriza por la presencia de diversos grupos taxonómicos, tales como insectos (efemerópteros, odonatos y dípteros), además de otros invertebrados como moluscos y anélidos. La diversidad observada varía entre ambos cuerpos de agua, influenciada por diferencias en las condiciones físicas, químicas y la disponibilidad de hábitats.

En términos generales, el río Mache muestra una mayor riqueza y variedad de macroinvertebrados en comparación con el riachuelo, posiblemente atribuible a su mayor tamaño

y diversidad de microhábitats. Los índices de diversidad, incluyendo Shannon-Wiener y Simpson, se observó una ligera dominancia de ciertos grupos en el riachuelo, entender de qué manera los factores ambientales y la composición del sustrato influyen en la diversidad de macroinvertebrados resulta fundamental para la administración y conservación de los ecosistemas acuáticos. La aplicación de estrategias de manejo que incluyan la optimización de la calidad del agua y la recuperación de la heterogeneidad del sustrato puede favorecer de manera significativa la protección de la biodiversidad acuática.

Estos hallazgos indican que ambas cuencas albergan comunidades funcionales de macroinvertebrados, pero el río Mache parece proporcionar condiciones más propicias para una mayor diversidad biológica. La realización de monitoreos periódicos es esencial para evaluar los efectos de posibles alteraciones y apoyar la conservación de estos ecosistemas acuáticos.

4 CONCLUSIONES

Se identificaron 9 especies de macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a diferentes órdenes, reflejando una diversidad taxonómica representativa de ecosistemas de agua dulce y zonas de transición como los manglares costeros.

Los valores de los índices de Shannon (H') ≈ 1.2046 y Simpson ($1/D$) ≈ 10.80 en el río Mache y Shannon (H') ≈ 0.8030 Simpson ($1/D$) ≈ 15.43 en el riachuelo sugieren una diversidad biológica moderada y un ecosistema con cierto equilibrio ecológico, aunque vulnerable a alteraciones. (Magurran, 2004)

La presencia de especies bioindicadores sensibles como Ephemeroptera: *Ephemerellidae* y larvas de Odonata refleja condiciones ambientales aceptables, mientras que la abundancia de

detritívoros como *Talitridae* indica aportes de materia orgánica y posibles impactos antrópicos en el entorno.

De acuerdo con la metodología utilizada, basada en técnicas de recolección estandarizadas y clasificación taxonómica precisa, permitió establecer una línea base confiable para futuros monitoreos de calidad del agua en la Estación Experimental "Latitud 0°".

Esta investigación evidencia la necesidad de implementar programas sistemáticos de monitoreo biológico que integren la participación local para la gestión sostenible de los recursos hídricos del cantón Pedernales.

5 RECOMENDACIONES

Continuar con el monitoreo periódico de macroinvertebrados acuáticos en el río Mache y zonas aledañas, a fin de detectar a tiempo cambios en la calidad del agua y preservar la biodiversidad.

Implementar campañas de educación ambiental dirigidas a la comunidad, especialmente en temas de bioindicadores, conservación de ecosistemas acuáticos y prácticas agrícolas sostenibles.

Fomentar la capacitación técnica de estudiantes y profesionales en métodos de biomonitoreo, con énfasis en taxonomía de macroinvertebrados y análisis de parámetros fisicoquímicos.

Promover la articulación interinstitucional entre la academia, los gobiernos locales y organizaciones ambientales para establecer planes integrales de manejo de microcuencas y control de contaminantes.

Ampliar la cobertura del estudio hacia otras estaciones del año y otras zonas hidrográficas del cantón, para obtener un diagnóstico completo del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos de la región

6 BIBLIOGRAFÍA

- (INEN), I. E. (2013). *Calidad del agua. Muestreo*. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169:2013.
<https://doi.org/https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/NTE%20INEN%202169%20-%20AGUA.%20%20CALIDAD%20DEL%20AGUA.%20%20MUESTREO.%20%20MANEJO%20Y%20CONSERVACION%20DE%20MUESTRAS.pdf>
- (MAE), M. d. (2015). *Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso agua*.
<https://doi.org/https://www.ambiente.gob.ec>
- (MAE), M. d. (2017). *Plan Nacional de Biodiversidad del Ecuador 2015–2030*.
<https://doi.org/https://www.ambiente.gob.ec>
- Andersen, N. M. (1982). *The semiaquatic bugs (Hemiptera, Gerromorpha): Phylogeny, adaptations, biogeography, and classification*. Scandinavian Science Press.
<https://doi.org/https://www.biodiversitylibrary.org/part/180219>
- Andino Guarderas, J. (2020). *La Ecología de los Macroinvertebrados Acuáticos: Aplicaciones en el Monitoreo de la Calidad del Agua*. Aplicaciones en el Monitoreo de la Calidad del Agua.
- Andino Guarderas, P. (2020). Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos: Guía para el monitoreo participativo. En R. E. Esteban A. Guevara. Quito, Ecuador : Ministerio del Ambiente recuperado de https://avesconservacion.org/wp-content/uploads/2021/11/4-Cartilla_Identificacion_Macroinvertebrados_2017.pdf.
- Asamblea. (2008). Constitución de la República del Ecuador. En A. constituyente, *La constitución*. Montecristi:: Asamblea Nacional. Constitución de la República del Ecuador.
- Bilton, D. T. (2014). *Dispersal in freshwater insects*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091731>
- Bonada, N. P. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology*, 1(51), 495–523.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>
- Brusca, R. C. (2016). *Sinauer Associates, Oxford University Press*. Invertebrates (3rd ed.).
https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/330999369_Invertebrados_3rd
- Clausnitzer, V. K. (2009). Odonata enter the biodiversity crisis debate: The first global assessment of an insect group. *Biological Conservation*. 8(142), 1864–1869.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.03.028>
- Constituyente., A. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
https://doi.org/https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

- Corbet, P. S. (1999). *Dragonflies: Behavior and ecology of Odonata*. Cornell University Press.
<https://doi.org/https://archive.org/details/dragonfliesbehav0000corb>
- Cuppen, J. G. (2001). Distribution and ecology of *Dytiscus marginalis* in the Netherlands. *Aquatic Ecology*. 2(35), 247–258.
- Custodio, S. (2020). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO*. GADPR Diez de Agosto . Retrieved 30 de 09 de 2024, from
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://diezd eagosto.gob.ec/wp-content/uploads/2024/02/PDYOT-ADMINISTRACION-ANTERIOR.pdf&ved=2ahUKEwi1jIT15YmKAxXCRjABHTieF38QFnoECBYQAQ&u sg=AOvVaw19A_Y-hZkvxSmZeT6ykN-0
- Database, W. A. (24 de 3 de 2025). *Talitridae Rafinesque, 1815*.
<https://www.marinespecies.org/amphipoda/aphia.php?p=taxdetails&id=101411>
- De AquaPortail, A. (17 de 2 de 2025). *AquaPortail*. . Nepidae.:
<https://www.aquaportail.com/especies/taxonomia/familia/407/nepidae>
- Dewitt, R. S. (2017). unctional Role of Aquatic Macroinvertebrates in Ecosystem Processes.
https://doi.org/https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000600001
- Domínguez, E. &. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y ecología*. Fundación Miguel Lillo.
https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/260417584_Macroinvertebrados_bentonicos_Sudamericanos_Sistematica_y_Biologia
- Domínguez, E. M. (2006). *Ephemeroptera of South America*. Pensoft Publishers.
https://www.researchgate.net/publication/269614151_Dominguez_E_Molineri_C_Pescador_ML_Hubbard_MD_Nieto_C_EPHEMEROPTERA_OF_SOUTH_AMERICA
- Dytiscus marginalis* Linnaeus, 1. (2025). GBIF. <https://www.gbif.org/species/1038064>
- García-Gómez, G.-G. &. (2001). *The spatial distribution of Caprellidea (Crustacea: Amphipoda): a stress bioindicator in Ceuta (North Africa, Gibraltar area)*.
https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/374230099_Distribucion_latitudinal_de_los_ensambles_de_caprellidos_Amphipoda_Crustacea_a_lo_largo_del_litoral_del_Peru
- González-Soriano, E. &.-G. (2006). *Elasmothermis aliciae* spec. nov., a new dragonfly from Mexico, Belize and Costa Rica, with a description of its larva and a key to the known larvae of the genus (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*. 4(35), 379–390.
<https://doi.org/https://natuurtijdschriften.nl/pub/592557>

Google earth. (2020).

https://earth.google.com/web/search/0%c2%b014%6017.6%60%60N+79%c2%b053%6052.9%60%60W/@0.3741638,-79.72902423,561.8042434a,351398.26433647d,35y,-0h,0t,0r/data=CiwiJgokCegjHrVfedA_EXktKA3II8w_GYbV45PT9IPAIZUIUSIV-1PAQgIIATIpCicKJQohMUK5Vi1BRVNielf4VIVkZDVGv

Hanson, P. (2010). *Manual de Identificación y Ecología de Macroinvertebrados Dulceacuícolas*. Editorial Académica.:

https://www.researchgate.net/publication/326065744_MACROINVERTEBRADOS_DULCEACUICOLAS

Insectario Virtual del Peñón de Ifach. (2024). *Orden Odonata*. Retrieved 19 de 01 de 2024, from <https://parquesnaturales.gva.es/es/web/insectarium-virtual-del-parc-natural-del-penyal-d-ifac/orden-odonata>

ITIS.gov. (24 de 4 de 2025). Integrated Taxonomic Information System (ITIS).:

<https://www.itis.gov/>

Jacobus, L. M. (2003). Revisionary contributions to North American Ephemerella and Serratella (Ephemeroptera: Ephemerellidae). . *Journal of the New York Entomological Society*(111), 174–193. . <https://doi.org/https://www.jstor.org/stable/25010467>

JARA, P. A. (2023). “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RIO SUNGAYME CANTÓN SUCÚA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO, MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES. *ESPOCH*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/22042/1/236T0843.pdf>

Karaouzas, I. &. (2006). Local and regional factors determining aquatic and semi-aquatic bug (Heteroptera) assemblages in rivers and streams of Greece. *Hydrobiologia*. (573), 199–212. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10750-006-0274-1>

Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.

<https://doi.org/https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1371188>

Marcelo Tabarelli, I. R. (16 de 1 de 2021). SCME: <https://scme.mx/perturbaciones-antropicas-reordenamientos-biologicos-y-prestacion-de-servicios-y-servicios-ecosistemas-en-los-bosques-tropicales/>

Merritt, R. W. (2019). *An introduction to the aquatic insects of North America* (4th ed.).

<https://doi.org/https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.2307/1467288>

Moreira, F. F. (2009). The genus *Brachymetra* Mayr (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) in South America, with a key and descriptions of three new species. *Zootaxa*,. 1(2280), 1–39.

<https://doi.org/https://doi.org/10.11646/zootaxa.2280.1.1>

- Nacional, A. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*.
<https://doi.org/https://www.gob.ec/regulaciones/codigo-organico-ambiente>
- Nacional., A. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*.
<https://doi.org/https://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/ley-organica-de-recursos-hidricos-usos-y-aprovechamiento-del>
- Nilsson, A. N. (1995). *The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark II: Dytiscidae*. Brill Academic Publishers. <https://doi.org/https://brill.com/display/title/2381>
- Pastrán, F. A. (2021). *Estudio integral del Parque Ecoturístico Geendu Naraa [Trabajo de investigación]*. Mawil. <https://doi.org/https://mawil.us/wp-content/uploads/2021/05/parque-ecoturistico.pdf>
- , M. S. Paul Hanson (Diciembre de 2010). *Scielo*.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001
- Perez, G. A. (2003). *Bioindicacion del agua en Colombia*. Universidad de Antioquia .
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=ZEjgIKZTF2UC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Polhemus, D. A. (2008). Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*. (595), 379–391. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10750-007-9114-1>
- Polhemus, J. T. (2008). *Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 1: Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha*. Netherlands Entomological Society.
<https://www.pemberleybooks.com/product/catalogue-of-the-heteroptera-of-the-palaearctic-region-vol.-1-introduction-enicocephalomorpha-dipsocoromorpha-nepomorpha-gerromorpha-and-leptopodomorpha/2060/>
- Polhemus, J. T. (2008). *nterocoris mexicanus Polhemus & Polhemus 2008, comb. nov.* Zenodo.
<https://zenodo.org/records/5442975>
- Ramírez, A. &-F. (2014). *Evaluación rápida de la calidad de agua en ríos tropicales: Uso de macroinvertebrados acuáticos*. Instituto de Investigaciones Ambientales de la Universidad de Costa Rica. .
<https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4319.3844>
- Ramirez, A. a.-F. (2014). *Evaluacion rapida de la calidad de agua en rios tropicales: Uso de macroinvertebrados acuaticos*. instituto de investigaciones Ambientales de la Universidad de Costa rica. <https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4319.3844>

- Roldan. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: teoría y métodos. <https://doi.org/10.4013/nbc.2018.133.06>
- Roldan, G. (1999). *Cartilla Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia.*
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=ZEjgIKZTF2UC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Romero Jara, P. A. (2023). Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del río Sungayme, cantón Sucúa, provincia de Morona Santiago, mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores (. En P. A. Romero Jara. Riobamba Ecuador : Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/22042/1/236T0843.pdf>.
- Rosenberg, D. M. (1993). *reshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall. .*
https://doi.org/https://books.google.com.ec/books/about/Freshwater_Biomonitoring_and_Benthic_Mac.html?id=bDIUAQAAIAAJ&redir_esc=y
- Rubén Ladrera, M. R. (2025). *MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES* . https://www.ehu.eus/ikastorratza/11_alea/macro.pdf
- Schuh, R. T. (1995). *True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): Classification and natural history.* https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=wmSc-2KDmZ4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Spalding, M. K. (2010). *World atlas of mangroves.* Ocean+.
<https://doi.org/https://habitats.oceanplus.org/>
- Tree., E. t. (14 de 3 de 2025). *FWS.gov.* <https://www.fws.gov/taxonomic-tree/4388101>
- Turra, A. &. (2007). Embryonic development and duration of incubation period of tropical intertidal hermit crabs (Decapoda, Anomura). . *Revista Brasileira de Zoologia*, 3(24), 677-686. <https://doi.org/> <https://doi.org/10.1590/s0101-81752007000300020>
- Vera Torres, M. N. (2024). Evaluación de la calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos en el río “Tachina” Pedernales – Manabí (Tesis de pregrado). *Repositorio Uleam*, 30–34.
<https://doi.org/https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/6740/1/ULEAM-BLGO-0057.pdf>
- Vera Torres, M. N. (2024). valuación de la calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos en el río “Tachina” Pedernales – Manabí (Tesis de pregrado). . *repositorio Uleam*, 42.

<https://doi.org/https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/6740/1/ULEAM-BLGO-0057.pdf>

Windsor E. Aguirre, G. A.-M.-Y.-C.-N.-T.-A. (2021). Conservation threats and future prospects for the freshwater fishes of Ecuador: A hotspot of Neotropical fish diversity.
<https://doi.org/> <https://doi.org/10.1111/jfb.14844>

7 ANEXOS

Anexo 1. Recolección de macroinvertebrados acuáticos en el riachuelo



Anexo 2. Recolección de macroinvertebrados acuáticos en la Ría



Anexo 3. Guías para la identificación de macroinvertebrados a través de un orden en específico

Ephemeroptera (E)



F. Ephemeridae



F. Pothamantidae



F. Baetidae



F. Caenidae



F. Heptageniidae



F. Leptophlebiidae



F. Ephemerellidae

Odonata (O)



F. Calopterygidae



F. Gomphidae



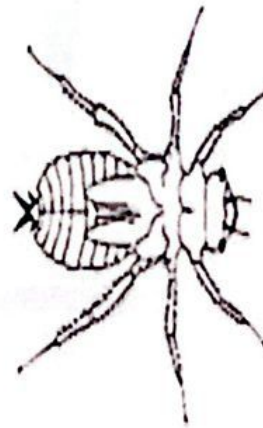
F. Coenagrionidae



F. Cordulegasteridae

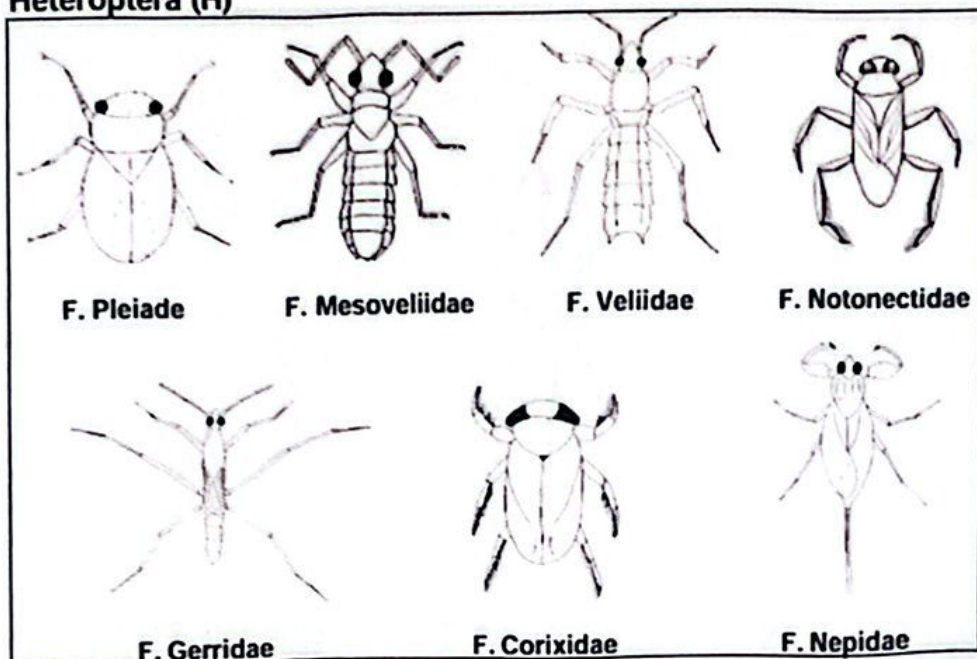


F. Aeshnidae

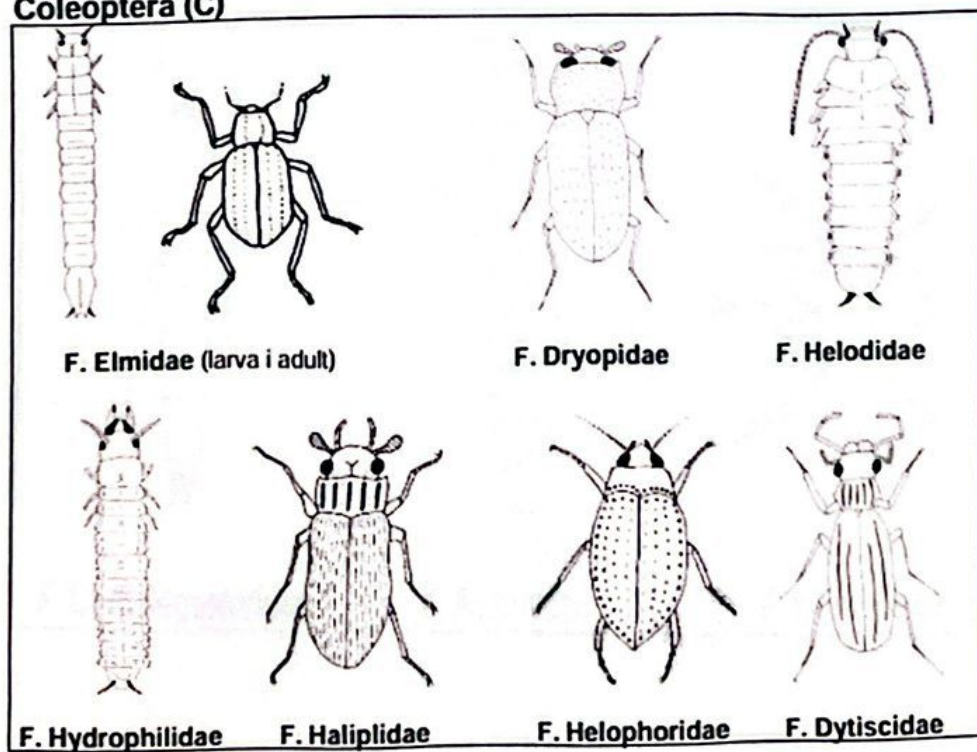


F. Libellulidae

Heteroptera (H)



Coleoptera (C)



Resistencia

Miles de veces por hora, por el agua, se produce un gran número de organismos que se reproducen en ella. La gran mayoría de ellos son organismos que se reproducen en ella.

Resistencia

Resistencia

Miles de veces por hora, por el agua, se produce un gran número de organismos que se reproducen en ella. La gran mayoría de ellos son organismos que se reproducen en ella.

Resistencia

Resistencia

Miles de veces por hora, por el agua, se produce un gran número de organismos que se reproducen en ella. La gran mayoría de ellos son organismos que se reproducen en ella.

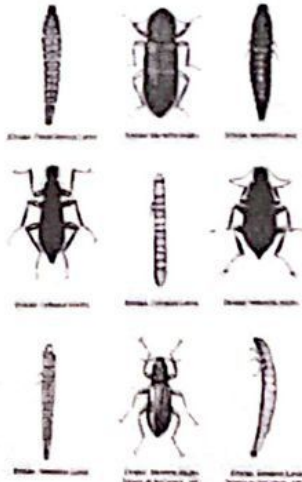
Resistencia de la calidad de la agua en Cuba



Resistencia de la calidad de la agua en Cuba



Resistencia de la calidad de la agua en Cuba



COLEOPTERA (C)

Los **coleópteros** son los **escarabajos**, es el grupo con más especies entre todos los organismos vivos, cerca de 350.000 han sido descritas, existiendo la mayor diversidad en los trópicos y únicamente están ausentes en la Antártica. Las larvas tienen una **gran variedad de formas** desde completamente cubiertas por un exoesqueleto de placas, hasta todo el cuerpo membranoso con excepción de la cabeza. Presenta la **capítulo es fálica bien diferenciada** con **piezas bucales** de tipo masticador visibles. El **torax carece de estuches alares** (tecas), sus **tres pares de patas** están bien definidas, **carecen de patas falsas y ganchos al final del abdomen**. Abolven con agallas laterales o ventrales y al final a menudo presenta un **opérculo**. Pasa por una metamorfosis completa (holometabolismo), donde el adulto es un escarabajo con dos pares de alas, las **primeras están modificadas en estructuras rígidas** de protección llamadas **élitros**, de las cuales se encuentran el segundo par de alas, de textura membranosa que son las que sirven para volar. Tienen diversos modos de alimentación, la mayoría consume materia vegetal, aunque también hay especies predadoras, fungívoras y parasitarias. Hay varios grupos que viven dentro del agua o tienen etapas de su desarrollo en ese medio para lo cual han perfeccionado varios sistemas de obtención y retención de oxígeno. Un ejemplo interesante es la retención del aire bajo las alas rígidas, mediante el plastrón (una de placas muy finas y aperturas, hidrófilas, que dejan pasar el oxígeno y están ubicadas sobre la superficie del abdomen). Otra forma bastante común de obtener aire son las **branquias retráctiles**, ubicadas en distintas partes del abdomen dependiendo del grupo. (Fernández y Domínguez 2009; Radlmann et al. 2005).

- Larvas con una gran variedad de formas
- Cabeza bien diferenciada con piezas bucales visibles
- Sin estuches alares (tecas)
- En algunos el abdomen termina en un opérculo
- Carecen de patas falsas y ganchos al final del abdomen
- Adultos con el primer par de alas modificadas en estructuras rígidas o élitros
- Adultos acuáticos en varias especies

Hydroscaphidae



Dytiscidae



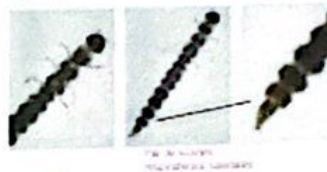
Curculionidae



Staphylinidae



Hydrophilidae



Scirtidae



EPHEMEROPTERA (E)

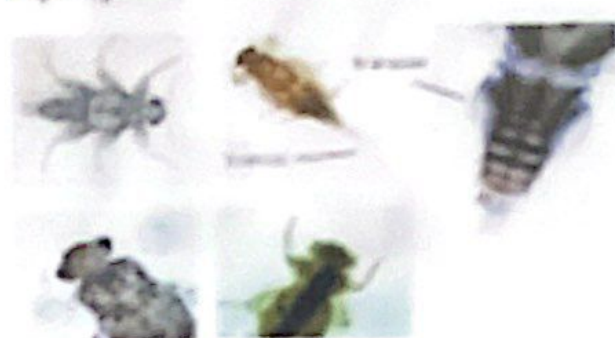
A las efemerópteras le llamamos así porque sus vidas son de muy poca duración. Los adultos que salen del agua para reproducirse en climas templados viven entre 24 horas y 3 días, mientras que los desarrollados en climas acuáticos, generalmente, viven formas hidrodinámicas y aplanadas, aplanadas a los lados del abdomen, con los alares muy ventrales en posición con mayor de ventral, y generalmente 3 cerros (filamentos terminales al final del abdomen) y otros pequeños, de todo a la longitud del cuerpo central. No son muy variadas de la palabra "efemeróptera" ya que su vida adulta dura solo pocos días, hasta con más una semana, tiempo que se reproducen y las producen. Todos los tipos de efemerópteras son acuáticas y tienen una característica única: viven los primeros días después de haber llegado a un primer estado adulto hidrodinámico, para luego al adulto final o etapa. Solo cuando se alimentan durante un estado larval, al salir la etapa adulta, los efemerópteros de un aparato larval se venían adaptando a la alimentación. Se reproducen en el agua, al salir se van a los lados de los días acuos, copulan durante el vuelo, en muchos casos produciendo "bucles" con forma de volutas, generalmente los machos hacen la copulación de 12 a 24 horas después de la copulación. La alimentación es principalmente la efemeróptera, aunque también a las efemerópteras acuáticas. Viven en aguas frías de las montañas y aguas frías de los ríos y corrientes. Pueden encontrarse sobre la vegetación, entre otros en la laguna del Llanito, de Ecuador y Ecuador 2002, Ecuador et al. 2002.

- Tienen desarrollo larval acuático, la vida de adultos es muy corta, solo se reproducen y mueren.
- Formas hidrodinámicas (cabeza y tórax grandes)
- Estuches alares (locas)
- Filamentos terminales (3 cerros), en ocasiones el del centro es reducida
- Con branquias abdominales
- Adultos voladores

Baetidae



Lepidopterygidae



Lepidopterygidae



Trichoptera



Polyneuraeidae



HEMIPTERA (H)

Los hemipteros o chinches acuáticas, son un grupo muy grande. Entre animales acuáticos son entre los grupos más grandes de agua. Los miembros de este orden son muy grandes, poseen unas alas alares. Los miembros más pequeños tienen formas triangulares o trapezoidales, de todo el cuerpo al menos una de ellas está debajo del escudo triangular alarado dorsalmente al resto del abdomen. La mitad de cada ala es dura y la otra mitad es membranosa y se despliega solo en para volar. Se los reconocen en que poseen un aparato bucal en forma de aguja de succión perforante el cual es usado en una gran variedad de formas de alimentación, siendo en su mayoría de plantas y animales, aunque también se ven la rana. Son de plantas y de animales acuáticos, también se ven la rana. Los grandes pueden comer vegetales pequeños como crustáceos de agua dulce. También se pueden observar algunos miembros de este orden. Se clasifican en dos subgrupos principales: *Ceratomyrpha* que son los chinches semiacuáticos que viven asociados al agua pero no se sumergen y caminan sobre la superficie del agua sin respectar la tensión superficial y el grupo de los *Nauphomorpha* que viven dentro del agua. En ambos casos, también se han especies que no son acuáticas. Se los puede encontrar en toda clase de cuerpos de agua como ríos, lagos, lagunas, aguas estancadas artificiales y expuestas, estuarios, etc. Presentan pelos hidrofugos que les permiten caminar sobre el agua o sumergirse en ella cuando es necesario o para escapar de los depredadores. Este grupo de insectos son de plantas y de animales acuáticos y a la vez se ven de animales para peces. Algunos son los más importantes de la calidad del agua debido a su alta sensibilidad a los cambios ambientales (Crombie y Dominguez 2009, Richardson et al. 2003).

- Algunos nadan y otros patinan sobre el agua
- Las ninfas tienen estuches alares (tetas)
- Parte del ala usualmente membranosa
- Tienen forma triangular o de trapecio
- Aparato succionador en forma de proboscis (pico) bajo la cabeza
- Tamaños muy variados (desde 0.5 cm hasta más de 10 cm)

Naucoridae



Corixidae



Veliidae



Mesoveliidae



Heloridae



Belostomatidae



Gerridae



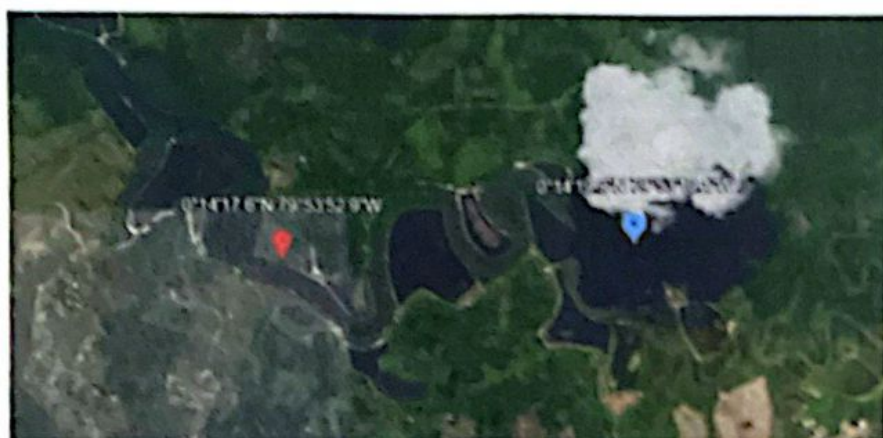
Hydrometridae



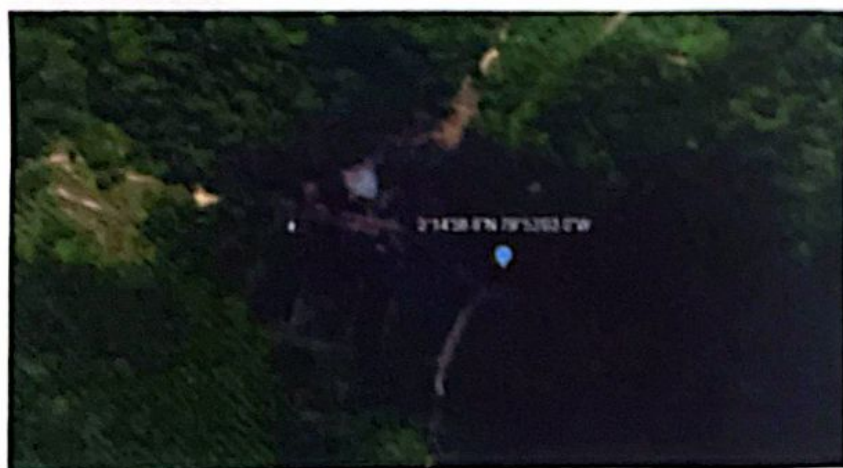
Nepidae



Anexo 4. Localización de la ría



Anexo 5. localización del riachuelo



Anexo 6. toma de parámetros fisicoquímicos del riachuelo



Anexo 7. Toma de parámetros fisicoquímicos de la Ría

