



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO
BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL
MANGLAR "EL MOGOTE" DE LA COMUNA OLÓN, SANTA
ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

LAÍNEZ DE LA CRUZ ANGEL JAVIER

TUTOR:

BLGO. DOUGLAS VERA IZURIETA, M. SC.

LA LIBERTAD-ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO
BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL
MANGLAR "EL MOGOTE" DE LA COMUNA OLÓN, SANTA
ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

★ Previo a la obtención del Título de:

★ BIÓLOGO

★ **AUTOR:**

LAINEZ DE LA CRUZ ANGEL JAVIER

TUTOR:

BLGO. DOUGLAS VERA IZURIETA, M. SC.

LA LIBERTAD-ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL MANGLAR "EL MOGOTE" DE LA COMUNA OLÓN, SANTA ELENA”**, elaborado por **Láinez De La Cruz Angel Javier**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Blgo. Douglas Vera Izurieta, M.Sc.

DOCENTE TUTOR

C.I. 2000040903

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL MANGLAR "EL MOGOTE" DE LA COMUNA OLÓN, SANTA ELENA”**, elaborado por **Láinez De La Cruz Angel Javier**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Ing. Verónica Vera Vera, Ph.D.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0919712257

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mis queridos padres, Delia De La Cruz Barzola y Enrique Laínez Limón, quienes han sido pilar fundamental de mi vida. Gracias por sus sabios consejos, confianza y apoyo constante que me brindaron durante toda mi carrera universitaria. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, porque sin su guía y fortaleza no habría sido posible alcanzar esta meta.

A mis hermanos Efraín Laínez, y de manera especial a, Luis Laínez por su apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Su buena disposición para ayudarme cuando más lo necesite y sus palabras de ánimo fortalecieron mi determinación para seguir adelante y superar los retos de esta etapa académica.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar hasta etapa final de mi carrera, por darme la fortaleza en momentos difíciles y guiar con sabiduría cada uno de mis pasos.

A mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria, pues gracias a su esfuerzo, comprensión y confianza pude llegar al final de esta meta. Cada palabra de aliento fue de mucha ayuda en los momentos difíciles.

Al Blgo. Douglas Vera Izurieta, M.Sc. Por su acompañamiento y guía brindada durante todo el proceso de la redacción de mi trabajo de titulación. Su dedicación, su disposición para resolver dudas y constante orientación contribuyeron de forma invaluable a mi formación académica y al logro de este trabajo.

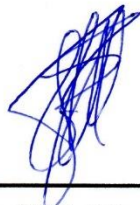
A mi primo, Jimmy De La Cruz por su acompañamiento en los días de monitoreos y brindarme su apoyo sin dudarlo, el cual fue fundamental para avanzar en este proceso.

A los docentes de la Facultad de Ciencias del Mar, quienes con su dedicación y compromiso contribuyeron de manera significativa a mi formación profesional.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Laínez De La Cruz Angel Javier** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 11/12/2025



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



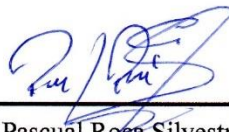
Ing. Verónica Vera Vera, Ph.D.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Douglas Vera Izurieta, M.Sc.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lic. Pascual Roca Silvestre, M.Sc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas, investigaciones y resultados expuestos en el Trabajo de Integración Curricular denominado: “**MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL MANGLAR "EL MOGOTE" DE LA COMUNA OLÓN, SANTA ELENA**”, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma compartido con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente



LAÍNEZ DE LA CRUZ ANGEL JAVIER

C.I.: 0928193952

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3. JUSTIFICACIÓN	6
4. OBJETIVOS	8
4.1 Objetivo general	8
4.2 Objetivos Específicos	8
5 HIPÓTESIS	9
6. MARCO TEÓRICO	10
6.1 Definición de manglar	10
6.2 Importancia de los manglares	10
6.3 Fauna del manglar	11
6.4 Manglar de la comuna Olón	11
6.5 Calidad de agua	12
6.6 Bioindicadores de la calidad de agua	13
6.7 Macroinvertebrados acuáticos	14
6.8 Importancia ecológica de los macroinvertebrados	15
6.9 Macroinvertebrados como bioindicadores	16
6.10 Parámetros físicos químicos	17
6.10.1. Salinidad	17
6.10.2. Temperatura	18

6.10.3. Oxígeno disuelto	18
6.10.4. pH	18
6.10.5. Conductividad	19
6.11 Índices biológicos.....	19
6.11.1 Índice BMWP/COL.....	20
6.11.2. Índice ASPT	20
7 MARCO METODOLÓGICO.....	21
7.1 Descripción del Área de estudio	21
7.2 Estaciones de muestreo	21
7.3 Descripción de la metodología.....	23
7.4 Método de muestreo	23
7.5 Fase de campo.....	23
7.5.1 Recolección de la muestra.....	23
7.5.2 Parámetros físicos-químicos	224
7.5.3 Registro de datos	25
7.6 Trabajo de laboratorio.....	26
7.6.1. Guías de identificación de macroinvertebrados.....	27
7.7 Índices basados en macroinvertebrados	27
7.7 Índices ecologicos.	31
7.9 Correlación Pearson.....	33

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	34
8.1 Identificación de macroinvertebrados	34
8.1.1 Abundancia por estaciones	36
8.2 Índices basados en macroinvertebrados para determinar la calidad de agua.....	41
8.2.1 Cálculo de índices bióticos BMWP/Col y ASPT para la calidad de agua	44
8.3 Correlación de diversidad y abundancia de macroinvertebrados con los parámetros físicos químicos.	50
9. DISCUSIÓN	56
10. CONCLUSIONES.....	61
11. RECOMENDACIONES.....	63
12. BIBLIOGRAFÍA.....	64
13. ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital del manglar el Mogote de la comuna Olón.....	21
Figura 2. Estaciones de muestreo	22
Figura 3. Equipos de medición de parámetros físicos-químicos	25
Figura 4. Diseño de la hoja de campo para el monitoreo de macroinvertebrados.....	26
Figura 5. Abundancia de familias de macroinvertebrados en la estación 1	36
Figura 6. Abunancia de familias de macroinvertebrados en la estación 2	37
Figura 7. Abundancia de familias de macroinvertebrados en la estación 3	38
Figura 8. Abundancia total de macroinvertebrados.....	39
Figura 9. Porcentaje por órdenes de macroinvertebrados	40

Figura 10. Índice de Shannon-Weaver	42
Figura 11. Índice de Simpson	43
Figura 12. Índice de Margalef	44
Figura 13. Correlación de índices de diversidad y parámetros físicos-químicos	53
Figura 14. Correlación de abundancia y parámetros físicos-químicos	55
Figura 15. Género Rheumatobates	78
Figura 16. Género Mesovelía	79
Figura 17. Género Culex.....	80
Figura 18. Género Microvelía.....	81
Figura 19. Género Trichocorixa.....	82
Figura 20. Familia Chironomidae	83
Figura 21. Género Tipula.....	84
Figura 22. Género Stratiomys.....	85
Figura 23. Género Saldula.....	86
Figura 24. Género Gryaulus	87
Figura 25. Género Tabanus	88
Figura 26. Familia Ceratopogonidae	89
Figura 27. Género Anotylus	90
Figura 28. Género Melanoides.....	91
Figura 29. Género Nanomis	92
Figura 30. Familia Libellulidae	93
Figura 31. Familia Coenagrionidae	94
Figura 32. Género Hyalella	95

Figura 33. Género Macrobrachium	96
---------------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreos.	22
Tabla 2. Guías de identificación de macroinvertebrados.....	27
Tabla 3. Familias de macroinvertebrados y sus respectivas puntuaciones.....	29
Tabla 4. Clasificación de calidad del agua del índice BMWP/Col.	30
Tabla 5. Clasificación de la calidad del agua del índice ASPT.	31
Tabla 6. Total de organismos identificados en las tres estaciones del manglar el Mogote- Olón.	35
Tabla 7. Índices ecológicos de diversidad.....	41
Tabla 8. Cálculo del índice de BMWP/Col y ASPT para el mes de agosto.	45
Tabla 9. Cálculo del índice de BMWP/Col y ASPT para el mes de septiembre.....	46
Tabla 10. Cálculo del índice de BMWP/Col y ASPT para el mes de octubre.	47
Tabla 11. Cálculo del índice de BMWP/Col y ASPT de manera general en los tres meses de muestreo.	49
Tabla 12. Valores promedios de parámetros físicos químicos por estación durante los tres meses de muestreos.	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Macroinvertebrados identificados en el manglar el Mogote-Olón.	78
Anexo 2. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.	96
Anexo 3. Puntuación de familias de macroinvertebrados por estación encontrados en el mes de agosto.....	97

Anexo 4. Puntuación de familias de macroinvertebrados por estación encontrados en el mes de septiembre.	98
Anexo 5. Puntuación de familias de macroinvertebrados por estación encontrados en el mes de octubre.	99
Anexo 6. Individuos registrados en el primero muestreo.....	100
Anexo 7. Individuos registrados en el segundo muestreo.	101
Anexo 8. Individuos registrados en el tercer muestreo.....	102
Anexo 9. Individuos registrados en el cuarto muestreo.	103
Anexo 10. Individuos registrados en el quinto muestreo.	104
Anexo 11. Individuos registrados en el sexto muestreo.....	105
Anexo 12. Zona de estudio.....	106
Anexo 13. Técnica de red de patada.	106
Anexo 14. Técnica de red D'net.	106
Anexo 15. Medición de parámetros.....	106
Anexo 16. Separación de macroinvertebrados.	107
Anexo 17. Presencia de materia orgánica en la zona de estudio.	107
Anexo 18. Equipos usados para la identificación de macroinvertebrados.....	107
Anexo 19. Identificación de macroinvertebrados en estereomicroscopio.	107
Anexo 20. Ficha de monitoreo de macroinvertebrados.	108

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

Abundancia: Número total de individuos encontrados en un área específica.

Antropogénico: Acción del ser humano que tiene un impacto negativo sobre el medio natural.

Advección: Proceso de transporte de sustancia por medio del movimiento del flujo de agua.

Biodiversidad: Variedad de organismo vivos que habitan en un ecosistema.

Difusión: Proceso en el que las moléculas de agua se dispersan en zonas de mayor concentración a zonas de menor concentración.

Red D'net: Instrumento de campo con un marco en forma de "D" para muestreos de macroinvertebrados en orillas de un ecosistema acuático.

Red de patada: Herramienta de muestreo en forma de cuadro con una malla usadas para capturar organismos bentónicos.

ABREVIATURAS

BMWP/COL: Biological Monitoring Working Party/Colombia.

ASPT: Average Score per Taxón.

pH: Potencial de Hidrógeno.

O.D: Oxígeno disuelto.

CO²: Dióxido de Carbono

GPS: Sistema de Posicionamiento Geográfico.

m: metros

μS/cm: microsiemens por centímetro

INOCAR: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada

RESUMEN

Los macroinvertebrados bentónicos son considerados organismos indicadores de la calidad ambiental en ecosistemas acuáticos, debido a sus adaptaciones evolutivas y requerimientos especiales a determinadas condiciones ambientales. En este estudio se determinó la calidad del agua del manglar el Mogote de la Comuna Olón aplicando índices biológicos basados en macroinvertebrados, donde se escogieron tres estaciones de muestreo que representan la zona baja, media y alta del manglar, durante los meses de agosto a octubre del 2025. Los organismos fueron colectados mediante la implementación de dos técnicas; red tipo D-net y red de patada, para distintas profundidades en los diferentes microhábitats. Las muestras se identificaron hasta un nivel taxonómico de familia-género y adicionalmente, se midieron parámetros físico-químicos in situ. En total se registraron 1.593 individuos pertenecientes a 15 géneros y 19 familias, siendo *Gerridae* del género *Rheumatobates* la más abundante en las tres estaciones representando el 25% total de la colecta durante los tres meses de monitoreos. En los índices de diversidad mostraron que todas las estaciones presentaron diversidad media, dominancia con niveles moderados y riqueza igualmente moderada. Calculando el índice del BMWP/COL indico que la calidad del agua del manglar se encuentra en un rango de calidad aceptable, correspondientes aguas ligeramente contaminadas, para las tres estaciones. Por otra parte, el índice ASPT indico agua de categoría dudosa correspondiente a aguas moderadamente contaminadas, esto debido a la presencia de individuos tolerantes a la contaminación en todas las estaciones impidiendo una clasificación superior. En cuanto a la correlación de la diversidad y abundancia de macroinvertebrados con los parámetros físico-químicos se obtuvieron datos donde estos parámetros influyen de manera positiva y negativa variando su composición en las diferentes estaciones de muestreo.

Palabras Claves: Indicadores, Índices biológicos, Manglar, Microhábitats.

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates are considered indicator organisms of environmental quality in aquatic ecosystems due to their evolutionary adaptations and specific requirements for certain environmental conditions. This study determined the water quality of the El Mogote mangrove in the Olón Commune using biological indices based on macroinvertebrates. Three sampling stations representing the lower, middle, and upper zones of the mangrove were selected for the period of August through October 2025. Organisms were collected using two techniques: D-nets and kick nets, at different depths in the various microhabitats. Samples were identified to the family-genus level, and physicochemical parameters were also measured in situ. A total of 1,593 individuals belonging to 15 genera and 19 families, with Gerridae of the genus *Rheumatobates* being the most abundant across at the three stations, representing 25% of the total collection during the three months of monitoring. The diversity indices showed that all stations exhibited moderate diversity, moderate dominance, and moderate richness. Calculating the BMWP/COL index indicated that the mangrove water quality was within an acceptable range, corresponding to slightly polluted waters, for all three stations. On the other hand, the ASPT index indicated water of doubtful quality, corresponding to moderately polluted waters. This was due to the presence of pollution-tolerant individuals at all stations, preventing a higher classification. Regarding the correlation between macroinvertebrate diversity and abundance with physicochemical parameters, data showed that these parameters had both positive and negative influences, with variations in their composition across the different sampling stations.

Keywords: Indicators, Biological indices, Mangrove, Microhabitats.

1. INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas únicos que proporcionan una función ecológica crucial para el medio ambiente. Brindan múltiples servicios, como hábitats de cría de peces, moluscos, crustáceos, entre otros organismos acuáticos, protección contra la erosión y secuestro de carbono en el sustrato. Además, contribuyen a reducir el degaste de los suelos, impidiendo de esta manera la acumulación de sedimentos en las costas. Sin embargo, los manglares se ven cada vez más amenazados por actividades humanas, como la deforestación, la contaminación y vertido de residuos (ODS, 2023).

La distribución de los manglares está determinada por condiciones ambientales específicas: variación de salinidad, oxígeno disuelto, composición de sustrato, temperatura, pH, etc. Siendo un ambiente adecuado en el que solo pueden adaptarse ciertos organismos especializados.

Durante muchos años se han desarrollado varias alternativas para la determinación de la calidad de agua de un ecosistema, donde la mayoría están basados principalmente en el comportamiento de los parámetros físicos-químicos. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha destacado la capacidad que presentan ciertos organismos que habitan en los cuerpos de agua para mostrar las condiciones ecológicas cambiantes o estables de un recurso hídrico, y su relación con la medición de parámetros fisicoquímicos (Merino et al., 2020).

Los bioindicadores aplicados al monitoreo de un ecosistema se fundamentan en organismos que poseen requerimientos particulares con relación a variables físicas o químicas por los que permiten evaluar la salud del agua, el aire y el suelo (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008).

Para los ecosistemas acuáticos, los macroinvertebrados bentónicos son excelentes indicadores, debido a sus características, adaptaciones evolutivas y requerimientos especiales a determinadas condiciones ambientales, razón por la cual estos pueden ser usados para diagnosticar el grado de integridad biológica del agua tanto puntual como estacional (Gutiérrez-Yurrita & Morales Ortiz, 2002).

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos que incluyen insectos, moluscos y crustáceos, los cuales forman un componente importante en la estructura de la comunidad biológica asociada a ambientes lóticos, lenticos y de transición. Estos organismos desempeñan un rol crucial en los ecosistemas, a través del mantenimiento de la estabilidad de la red trófica y equilibrio de los ciclos biogeoquímicos (Hanson, Springer, & Ramirez, 2010).

Los métodos que consideran a los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua han sido empleados en Europa alrededor de un siglo. A partir de estos trabajos, se han desarrollado alrededor del mundo varios índices o sistemas que relacionan la fauna bentónica con la calidad de las aguas como Biological Monitoring Working Party

(BMWP), Average Score per Taxon (**ASTP**), el Índice Biótico de Familias (**IBF**), entre otros índices (Arroyo & Encalada, 2009).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la calidad del agua en el manglar “El Mogote” de la comuna Olón, donde se identificaron los macroinvertebrados bioindicadores presentes, aplicaron índices diversidad y abundancia, calcularon índices biológicos BMWP/Col y ASTP, para obtener una valoración de la calidad del agua en las diferentes estaciones de muestreo. Además, se realizó la correlación entre los parámetros físicos-químicos del agua y la comunidad de macroinvertebrados, con el fin de establecer la relación existente de estas variables.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ecosistemas acuáticos enfrentan una presión que va en aumento, debido a factores naturales y humanos. Los ciclos naturales del agua se ven alterados por eventos como las fuertes lluvias, inundaciones, actividades como la agricultura, la ganadería y el crecimiento poblacional. Esta combinación de factores acelera el agotamiento y la degradación de los recursos hídricos (ONU, 2006).

Los manglares son altamente productivos, ya que presentan una gran cantidad de nutrientes, donde son aprovechados por variedad de peces, crustáceos y moluscos. Sin embargo, estos se ven afectados por las acciones humanas como: la deforestación, el desarrollo urbano, la sobreexplotación de recursos marinos y la contaminación por diversos agentes tóxicos.

Estas actividades están alterando los procesos naturales de los manglares, causando la pérdida de biodiversidad y poniendo en riesgo los servicios ecosistémicos que benefician a las comunidades costeras (Pernia et al., 2019).

Olón, gracias a su ubicación única en la cordillera Chongón-Colonche, cuenta con una alta biodiversidad y diversos microclimas que la convierten en un destino ideal para el desarrollo del ecoturismo (Sánchez, 2022). Entre estos se encuentra el manglar que a pesar de la importancia para la comunidad y la evidente relación entre los organismos que lo habitan, las autoridades no han fomentado suficiente investigación en este

ámbito durante estos últimos años, por lo que, no existe una información actual sobre el estado del ecosistema. Considerando que estos son la base de la cadena alimentaria y que se encuentra sujeto a múltiples presiones antropogénicas como: la pesca, contaminación, el turismo, etc.

3. JUSTIFICACIÓN

Conocer la calidad del agua de un ecosistema es un aspecto clave para la conservación y el funcionamiento, especialmente en áreas vulnerables como los manglares. Por eso es necesario monitorearla para conocer el estado del área de estudio y que las autoridades sigan tomando medidas para su protección

La comuna Olón, ubicada al norte de la provincia de Santa Elena, es una de las comunidades que alberga diversos turistas debido a sus hermosas playas, rica gastronomía, y riqueza natural. A 1 km de la población se encuentra el manglar “El Mogote” un ecosistema de alta importancia ecológica y su aporte a la estabilidad costera, donde se hallan tres tipos de mangles: mangle rojo, mangle negro y mangle blanco, que sirven de hábitat para una gran diversidad especies, son fuentes de alimentos para los cangrejos y que protege la costa de la erosión (Larrea, 2022). Sin embargo, el constante flujo turístico asociados a las playas, ejerce una creciente presión en el ecosistema. Esta situación destaca la importancia de evaluar el estado del agua del manglar y promover acciones que garanticen su conservación.

Los macroinvertebrados bentónicos son organismos que se encuentran en ríos, estuarios, lagos, manglares, entre otros. Debido, a su sensibilidad a los cambios en la calidad de agua son considerados bioindicadores eficaces para determinar la salud del ecosistema.

Diversas investigaciones realizadas en diferentes países y en Ecuador han comprobado que los macroinvertebrados son sensibles a ciertos cambios extremos en el ambiente y mantienen hábitos mayormente sedentarios, motivo por el cual son excelentes bioindicadores de la calidad de agua. Tal como Cárdenas (2017), en su estudio realizado en ramales estuarinos del Estero el Salado, Ecuador, mostró variaciones notables en la composición de macroinvertebrados. En las zonas con mayor contaminación se registró una disminución de organismos sensibles y un predominio de especies tolerantes, lo que refleja un proceso de reemplazo biótico asociado directamente a las alteraciones físicas y químicas de la columna de agua provocadas por descargas industriales y domésticas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar la calidad del agua del manglar el Mogote aplicando índices biológicos basados en macroinvertebrados como indicadores estableciendo el estado del área de estudio.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar los macroinvertebrados mediante el uso de claves taxonómicas y guías de identificación.
- Evaluar la calidad del agua mediante el cálculo de índices basados en macroinvertebrados.
- Correlacionar la diversidad y abundancia de macroinvertebrados con variables físicos-químicas del agua.

5 HIPÓTESIS

H1: La calidad del agua en el manglar es moderadamente contaminada por lo que la diversidad y abundancia de macroinvertebrados variará entre las estaciones de muestreo.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Definición de manglar

Los manglares son ecosistemas costeros tropicales o subtropicales de alta productividad y gran diversidad biológica. Están constituidos por suelos lodosos o limo-arcillosos, el cual son dominados por árboles y arbustos conocidos comúnmente como mangle. Estas plantas están adaptadas a aguas salobres existentes en la zona intermareal, un área donde confluyen el agua salada del mar, junto al agua dulce proveniente ríos o estuarios (Díaz, 2011).

El Termino “mangle” es originalmente guaraní que significa árbol torcido. Una de las características principales de los manglares es su vegetación especializada, el cual incluye especies como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) (MAE & FAO, 2014).

6.2 Importancia de los manglares

Los manglares cumplen funciones importantes en el equilibrio ambiental costero. Estos ecosistemas actúan como barreras naturales, ya que, amortiguan el impacto de tormentas y mareas, favorecen la sedimentación, contribuyendo a la estabilidad de las líneas costeras. Ayuda a frenar el cambio climático absorbiendo carbono de la atmosfera incorporándolos en sus hojas, raíces y ramas. Además, son ecosistemas altamente productivos, debido a que, son hábitats de diversas especies, funcionando

como zonas de crianza, alimentación y refugio para numerosas especies acuáticas (ONU, 2023).

6.3 Fauna del manglar

La fauna del manglar presenta docenas de especies de aves, mamíferos, reptiles, crustáceos, moluscos, peces e insectos, que buscan los manglares como zonas de refugios, alimentación y reproducción. Diversas de estas especies visitantes o residentes tienen importancia alimenticia y comercial por su valor nutricional, entre ellos el cangrejo rojo, jabas, camarones, concha prieta, almejas, mejillones, ostras, y especies de peces como corvina, robalo, pargo, entre otros (MAE & FAO, 2014).

6.4 Manglar de la comuna Olón

La comuna Olón, ubicado entre las playas de la Comuna Montañita y Curia, de la provincia de Santa Elena, posee diversos atractivos turísticos, entre ellos destaca el manglar “El Cangrejal de Olón”, conocido ancestralmente como manglar “El Mogote” (Larrea, 2022).

Este ecosistema se encuentra a 1 km de la comunidad, junto a la desembocadura del río hacia el mar, conocido localmente como “la boca”. Dentro de aquello se encuentran 3 tipos de mangles: mangle rojo, mangle negro, mangle blanco, el cual, sirve de hábitat de numerosas especies, entre ellos, aves marinas migratorias y el cangrejo azul que, durante la época de desove, las hembras cambian el color de su caparazón, de azul a blanco. Posteriormente desciende a la playa para depositar sus huevos y luego regresan al manglar (Morán, 2023).

6.5 Calidad de agua

La calidad de agua hace referencia a las características físicas, químicas, biológicas y en ocasiones radiológicas que nos indica para puede ser usado. Este aspecto constituye un elemento esencial para comprender el estado del medio acuático, desde una perspectiva ambiental como para la gestión hidrológica. Sin embargo, sus características pueden alterarse debido a factores externos asociados a actividades antropogénicas o procesos naturales (Palou, 2000).

La degradación de la calidad del agua se ha convertido en una preocupación a nivel mundial, debido, a factores como el crecimiento poblacional, expansión de las actividades industriales y agrícolas, cambio climático, entre otros, el cual amenazan manera significativa el ciclo hidrológico. Estos problemas son complejos y multifactoriales, lo que demanda de una atención inmediata, ya que, tanto las actividades humanas, como los procesos naturales inciden en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas (BCN, 2016).

En los últimos doscientos años, la actividad humana ha intensificado los procesos de eutrofización, alterando la calidad del agua como la estructura de las comunidades biológicas, debido al incremento de la carga orgánica e inorgánica en los cuerpos de agua (Gamarra, Restrepo , & Cajigas , 2012). El impacto del cambio climático y de las acciones humanas sobre los ecosistemas, incluido el acuático, es ampliamente reconocido, por lo cual, se han desarrollado diversos métodos e índices como organismo bioindicadores que buscan evaluar y reflejar con mayor precisión el estado de los sistemas hídricos (Gonzabay & Reyes , 2023).

6.6 Bioindicadores de la calidad de agua

Los organismos tanto animal como vegetal son considerados indicador biológico de las condiciones del medio en que se encuentra debido a que su existencia en ciertos espacios responde a su capacidad de adaptarse a distintas condiciones ambientales (GADPO, 2018).

Los ecosistemas acuáticos albergan diversos organismos incluso mayores a los ecosistemas terrestre, por lo que, impactos como la contaminación representa una amenaza significativa, provocando alteraciones en la estructura de comunidades, en el funcionamiento biológico de los sistemas acuáticos y en los propios organismos, afectando su ciclo de vida, crecimiento y capacidad reproductiva (Bartram & Ballance, 1996). Por lo tanto, ciertos organismos pueden brindar información de cambios físicos-químicos del agua, puesto a que, a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad (Laws, 1994).

En un principio, la calidad del agua se determinaba únicamente a través del comportamiento de los parámetros físicos-químicos, los cuales reflejaban los efectos de la contaminación a corto plazo. Sin embargo, desde principio del siglo pasado, en Europa se impulsó de manera significativa el uso de métodos biológicos para evaluar el estado del agua. Durante la década de los años 50, estas investigaciones avanzaron con mayor rapidez, logrando identificar las respuestas que ofrecían animales y plantas como indicadores directos de la contaminación (Figueroa et al., 2003).

Por lo tanto, gracias a estos estudios se comprobó que los organismos indicadores de la calidad de agua permiten determinar los efectos de los impactos en los ecosistemas acuáticos a lo largo de un periodo de tiempo más extenso.

Algunos organismos presentan un rango muy amplio de tolerancia hacia las condiciones ambientales de su hábitat, lo cual está relacionado con el nivel de contaminación existente en el lugar. A partir de esta idea, el empleo de bioindicadores es una técnica ecológica basada en la medición de la diversidad y presencia o ausencia de organismos específicos (De La Lanza et al., 2011).

Entre los organismos que se emplean como bioindicadores de la calidad de agua se encuentran bacterias, protozoarios, algas, macroinvertebrados y peces. Del grupo antes mencionado, los macroinvertebrados (insectos, moluscos y crustáceos) son los más empleados como bioindicadores, debido a que son fáciles de recolectar, poseen un tamaño suficiente para ser observados a simple vista, presentan una amplia distribución, son de hábitos sedentarios y altamente sensibles a perturbaciones. Además, cuentan con ciclos de vida relativamente largos y con una identificación taxonómica bien establecida (Vázquez et al., 2006).

6.7 Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados son organismos que carecen internamente de columna vertebral que incluyen insectos, crustáceos, moluscos y anélidos. El término “macro” hace referencia a su tamaño, ya que son perceptibles a simple vista con un

tamaño igual o superior a 500 μm (0.5 mm). Estos organismos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos, participan activamente en la cadena alimentaria y lo más importante son usados con frecuencia como indicadores biológicos de la calidad del agua (Andino et al., 2017).

La fauna de los macroinvertebrados tiene diferentes denominaciones, que dependen de su forma de vida en el cuerpo de agua. Algunos viven en la superficie del agua denominándose neuston, otros organismos se encuentran en el fondo de estuarios, lagos o ríos que están adheridos a varios sustratos (piedra, raíces, hojas) hacen referencia a bentos, y por último a todos aquellos organismos que nadan de forma activa en el agua se conoce como necton (Hanson, Springer, & Ramirez, 2010).

6.8 Importancia ecológica de los macroinvertebrados

Estos organismos desempeñan una variedad de funciones en los ecosistemas acuáticos, ya que ayudan en el proceso de descomposición de materia orgánica producidas por organismos fotosintéticos, como algas o briofitos. También actúan como recicladores de nutrientes, debido a que, al morir los macroinvertebrados, sus cuerpos se descomponen liberando nutrientes que son aprovechados por plantas acuáticas y otros organismos que forman parte de la cadena trófica, contribuyendo así al equilibrio del ciclo de nutrientes. Otros como depredadores, ayudan a controlar las poblaciones de especies para así mantener el equilibrio ecológico (Roldán, 1996).

Por otro lado, su utilidad como indicadores de calidad del agua se ha incrementado significativamente en los últimos años, convirtiéndose en uno de los grupos más usados debido a que su muestreo es sencillo y de bajo costos. Su aplicación como bioindicadores en ecosistemas como ríos, riachuelos, estuarios o quebradas se fundamentan principalmente, en que estos organismos presentan ciclos de vida más prolongados en comparación con otros organismos acuáticos microscópicos, poseen una movilidad reducida, responden rápido a los factores de estrés ambientales y presentan poca variabilidad genética (Roldán, 2003; Valverde et al., 2009).

6.9 Macroinvertebrados como bioindicadores

Los macroinvertebrados acuáticos son bioindicadores excelentes para determinar la calidad del agua por su amplia distribución, sedentarismo y ciclo de vida que refleja los efectos de contaminantes a lo largo del tiempo. Los estudios de macroinvertebrados ofrecen un enfoque más económico e integral en comparación con los análisis físicos-químicos, integrando los efectos de diversos factores ambientales en una evaluación completa del ecosistema (Vázquez et al., 2006).

Estos organismos han desarrollado una variedad de adaptaciones biológicas a lo largo de miles o incluso millones de años, como parte de su evolución. Estas adaptaciones les permiten sobrevivir y reproducirse en entornos específicos, con características particulares como la salinidad, el flujo del agua o la disponibilidad de oxígeno disuelto. Sin embargo, también presentan adaptaciones ecológicas, que se refieren a su capacidad para tolerar o resistir cambios en su entorno, ya sea por

causas naturales o por alteraciones generadas por el ser humano, como la contaminación, la deforestación o las modificaciones del hábitat (Lozano, 2005).

Los órdenes más representativos son *Plecóptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Odonata*, *Coleóptera* y *Díptera*. Su amplia diversidad taxonómica, junto con la variedad de ciclos de vida y tipos de alimentación, convierte a los macroinvertebrados en indicadores eficaces de la calidad de los ríos, ya que ofrecen una gran diversidad de respuestas frente a diferentes alteraciones ambientales (Leaño & Pérez, 2020).

6.10 Parámetros físicos químicos

Los parámetros físicos químicos del agua son variables medibles que permiten evaluar su calidad y determinar si es apto para diferentes usos. Entre los más importantes se encuentran la salinidad, temperatura, el pH, la conductividad, la turbidez, el oxígeno disuelto, la demanda bioquímica y química de oxígeno, así como la concentración de nutrientes (nitratos y fosfatos) y de sales disueltas. Estos indicadores reflejan el estado ambiental del cuerpo de agua y facilitan la detección de alteraciones producidas tanto por factores naturales como por actividades antrópicas, constituyendo una herramienta esencial para la gestión y conservación de los recursos hídricos (Larrea et al., 2022).

6.10.1. Salinidad

La salinidad es una variable que indica la cantidad total de sales disueltas en el agua. Este parámetro es un factor determinante en la estructura y distribución de las comunidades biológicas, debido a que influye en la osmorregulación de los organismos acuáticos, en los procesos fisiológicos de las plantas halófitas y en la

dinámica de los flujos de nutrientes. Además, puede variar según la evaporación, la precipitación, el aporte de agua dulce y el intercambio con masas de agua marina, convirtiéndose en un indicador clave de la calidad y funcionalidad ecológica del ecosistema (Gidahatari, 2016).

6.10.2. Temperatura

Es uno de los parámetros que influye en los procesos biológicos, químicos y ecológicos de los ecosistemas acuáticos. Este factor regula la solubilidad de los gases, en especial del oxígeno, influye en la actividad metabólica de los organismos acuáticos y condiciona la descomposición de la materia orgánica (Rodríguez J. , 2009).

6.10.3. Oxígeno disuelto

Es una de las variables ampliamente estudiado en los ecosistemas acuáticos, tiene un papel importante en la vida acuática. Los organismos acuáticos necesitan de ciertos niveles de oxígeno disuelto para mantener su vida, pero estos niveles tienden a variar entre distintas especies. La presencia y distribución del oxígeno en los cuerpos de agua naturales se ve influenciada por diversos procesos, como el intercambio de gases en la superficie del agua, la fotosíntesis, el consumo de oxígeno por la respiración, la advección y la difusión (Flores et al., 2018).

6.10.4. pH

El pH mide del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o solución. Esta variable está influenciada principalmente por el equilibrio carbónico y por la actividad metabólica de los microorganismos acuáticos. Los procesos de disolución del CO₂, seguidos de la formación de carbonatos y la precipitación de bicarbonatos,

pueden generar variaciones significativas en este parámetro en cualquier cuerpo de agua (Mora & Tamay, 2022).

6.10.5. Conductividad

La conductividad es un parámetro que depende de la concentración de iones disueltos, como sales minerales y nutrientes. Este parámetro indica directamente la cantidad total de sólidos disueltos, siendo útil para evaluar la calidad del agua, detectar alteraciones en la composición iónica y monitorear procesos de contaminación. En ecosistemas como los manglares, la conductividad se relaciona con la salinidad, la influencia de aguas marinas, y las fluctuaciones de nutrientes, siendo un parámetro clave para comprender la dinámica tanto química como ecológica del sistema (Renke, 2024).

6.11 Índices biológicos

A partir de la década de los cincuenta, empezaron a emplearse diferentes metodologías de evaluación de la calidad del agua, mediante el uso de bioindicadores y se sugirieron métodos biológicos para analizar las condiciones de los flujos del agua (Badii et al., 2005).

Varios índices de la calidad de agua se han desarrollado para Sudamérica y lo más próximo a nuestra región son el BMWP adaptado para Colombia, ASPT, y el índice biótico Andino, los cuales, son métodos sencillos y rápidos utilizando macroinvertebrados como bioindicadores (Roldán, 2016).

6.11.1 Índice BMWP/COL

El BMWP (Biological Monitoring Working Party) fue desarrollado en Inglaterra en la década de 1970 como un método rápido y sencillo para evaluar el estado biológico del agua mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores (Roldán, 2003).

Este índice se fundamenta en la identificación de organismos bentónicos hasta el nivel de familia, lo que requiere un esfuerzo relativamente bajo. Se basa en la evaluación de la presencia o ausencia de diversas familias de macroinvertebrados acuáticos, el cual, se asigna una puntuación en función de su tolerancia a la contaminación orgánica. El rango de puntuación va de 1 a 10, siendo 10 la puntuación asignada a las familias más sensibles a la contaminación y 1 para los grupos más tolerantes a la contaminación, el valor se logra a través de la sumatoria total según la puntuación correspondiente a cada familia (Giacometti & Bersosa, 2006).

6.11.2. Índice ASPT

El índice ASPT (Average Score Per Taxon) resulta especialmente útil para diagnosticar la calidad del agua en ambientes con alta diversidad biológica. Su valor complementa al índice BMWP, proporcionando una apreciación más precisa del estado de la calidad en cada sitio. La principal ventaja respecto al BMWP radica en su eficacia frente a las variaciones de identificación y a los efectos de la estacionalidad (Rueda, Hernández, Tapia, & Martínez, 1998).

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Descripción del Área de estudio

El presente trabajo se realizó en el manglar el Mogote de la comuna Olón, provincia de Santa Elena, parroquia Manglaralto, limitando al norte con la comuna Curia, al sur con la Comuna montañita, al este con la Comuna San Vicente y al Oeste con el Océano Pacífico, comprende un área total de 4.60 hectáreas (figura 1).

Figura 1.

Imagen satelital del manglar el Mogote de la comuna Olón.



Nota: La figura 1 muestra el área de estudio de monitoreo ubicado en el manglar el mogote-Olón.

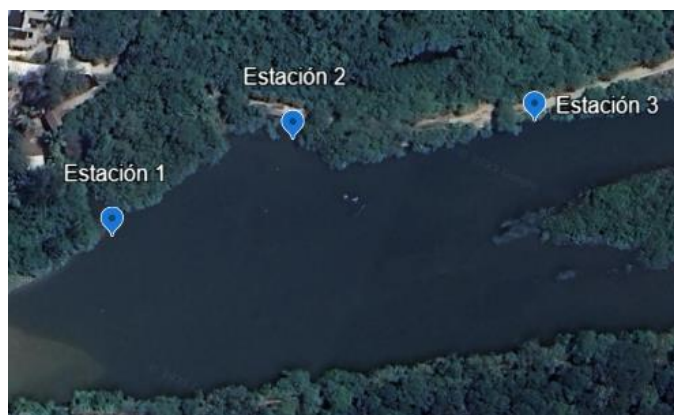
Fuente: Google earth, 2025

7.2 Estaciones de muestreo

La selección de los puntos de muestreo se basó en la identificación de zonas estratégicas, con un recorrido previo por toda el área del manglar (figura 2). Se escogieron tres estaciones, con ayuda de un GPS: Estación 1 (zona de desembocadura del manglar), estación 2 (zona media del manglar) y estación 3 (zona alta del manglar).

Figura 2.

Estaciones de muestreo.



Nota: La figura 2 muestra las tres estaciones de muestreo del manglar de la comuna Olón.

Fuente: Google earth, 2025.

Tabla 1.

Coordenadas de las estaciones de muestreos.

Estaciones de muestreos	Coordenadas	Puntos de muestreo	Descripción de la zona
E1	1°47'35"S 80°45'34"W	M1	Zona desembocadura
	1°47'38"S 80°45'33"W	M2	
E2	1°47'34"S 80°45'32"W	M1	Zona media del manglar
	1°47'36"S 80°45'30"W	M2	
E3	1°47'32"S 80°45'29"W	M1	Zona alta del manglar
	1°47'34"S 80°45'28"W	M2	

Nota: La tabla 1 muestra las coordenadas de las estaciones de muestreo seleccionadas en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, Laínez (2025).

7.3 Descripción de la metodología

Se realizó muestreos aleatorios, entre los meses de agosto hasta octubre del 2025, en tres estaciones, ubicadas zonas de contacto directo del agua con los cauces del manglar-fango. Cada estación abarco un rango de 24 m de largo por 3 metros de ancho comprendiendo un área de muestreo de 72 m², separadas entre sí por una distancia de 35 metros, con 2 submuestras por cada estación. En total se efectuaron de 2 muestreos mensuales, con una frecuencia de 15 días, durante el periodo de estudio de tres meses. Los muestreos se realizaron en el día teniendo en cuenta la tabla de marea del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR, 2024).

7.4 Método de muestreo

Este estudio esta contextualizado dentro del método cualitativo, porque se llevó a cabo una respectiva identificación de los macroinvertebrados encontrados en el manglar hasta los mínimos niveles taxonómicos utilizando claves dicotómicas y guías de identificación de varios autores. Por otro lado, estuvo enmarcada al método cuantitativo, ya que, luego de la identificación se procedió al conteo de los organismos acuáticos.

7.5 Fase de campo

7.5.1 Recolección de la muestra

Los macroinvertebrados fueron colectados mediante la implementación de dos técnicas (red tipo D-net y red de patada) para distintas profundidades en los diferentes microhábitats donde estos habitan como vegetación, sedimento y rocas sumergida.

Con la red D-net con diámetro de 30 cm y ojo de malla 500 micras se realizó en forma de barrido en la orilla del manglar ya que debido a su forma triangular se adapta bien a las superficies irregulares.

Por otra parte, la red de patada con ojo de malla de 250 micras, se utilizó en zona no tan profundas de 1 metro, el cual una persona se colocó en contra de la corriente y sostuvo la red con ambas manos, en tanto que, otra persona en dirección de la corriente, se removió el fondo con los pies o con las manos. Las muestras fueron colocadas en tamizador y luego en bandejas plásticas blancas con agua del manglar mismo, donde se separó a los macroinvertebrados con la ayuda de pinzas entomológicas. Cada muestreo duro 15 minutos por estación, con dos repeticiones. Los macroinvertebrados fueron colocados en envases plástico, llenados con alcohol al 70% y tres gotas de glicerina para su preservación, posteriormente fueron etiquetadas para su identificación en el laboratorio.

7.5.2 Parámetros físicos-químicos

Se tomaron en cada una de las estaciones de muestreo mediciones in situ. Para el registro de temperatura, pH, salinidad y conductividad, se utilizó un multiparámetro de marca COM-600 (Water Quality Tester). Mientras que para el registro de oxígeno disuelto se usó un medidor portátil marca DO850, el cual ambos equipos de medición son colocados directamente en el agua (Figura 3).

Figura 3.

Equipos de medición de parámetros físicos-químicos.



Nota: La figura 3 muestra los equipos de medición usados para el registro de parámetros físicos químicos.

7.5.3 Registro de datos

Para el registro de datos se usó una hoja de campo donde se anotó la fecha de recolecta, nombre del manglar y número de individuos encontrados en cada estación de muestreo. Así mismo, cada muestra colectada fue rotulada con una etiqueta que incluía fecha de recolección, número de estación, hora de recolección y tipo de sustrato.

Figura 4.

Diseño de la hoja de campo para el monitoreo de macroinvertebrados.

Datos de campo: BENTOS
(macroinvertebrados)

Datos de campo: GENERALES

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">LOCALIDAD: CUENCA: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: RESPONSABLE:</td> <td style="width: 50%;">CODIGO ESTACION: FECHA: HORA:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">COORDENADAS Y ALTITUD:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Sol ... Nuboso ... Lluvia ...</td> </tr> <tr> <td colspan="2">REGISTRO FOTOGRAFICO: SI ... NO ...</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VEGETACION RIPARIANA (Hasta 10m): Indicar el tipo de vegetación predominante: Arboles ... Arbustos ... Pastos ... Herbáceas ... Especie predominante:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cobertura de dosel: Parcialmente abierto ... Parcialmente sombreado ... Sombreado ... Abierto ...</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Altura de marca de agua: _____ m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LONGITUD ESTIMADA _____ m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ANCHO ESTIMADO _____ m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ÁREA ESTIMADA DE MUESTREO _____ m²</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROFUNDIDAD ESTIMADA _____ m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VELOCIDAD DE CORRIENTE _____</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TIPO DE SUSTRATO: SUSTRATO DURO SUSTRATO DURO NO REMOVIBLE SUSTRATO BLANDO SUSTRATO SUPERFICIAL</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CODIGO DE REGISTRO FOTOGRAFICO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">COMENTARIOS:</td> </tr> </table>	LOCALIDAD: CUENCA: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: RESPONSABLE:	CODIGO ESTACION: FECHA: HORA:	COORDENADAS Y ALTITUD:		CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Sol ... Nuboso ... Lluvia ...		REGISTRO FOTOGRAFICO: SI ... NO ...		VEGETACION RIPARIANA (Hasta 10m): Indicar el tipo de vegetación predominante: Arboles ... Arbustos ... Pastos ... Herbáceas ... Especie predominante:		Cobertura de dosel: Parcialmente abierto ... Parcialmente sombreado ... Sombreado ... Abierto ...		Altura de marca de agua: _____ m		LONGITUD ESTIMADA _____ m		ANCHO ESTIMADO _____ m		ÁREA ESTIMADA DE MUESTREO _____ m ²		PROFUNDIDAD ESTIMADA _____ m		VELOCIDAD DE CORRIENTE _____		TIPO DE SUSTRATO: SUSTRATO DURO SUSTRATO DURO NO REMOVIBLE SUSTRATO BLANDO SUSTRATO SUPERFICIAL		CODIGO DE REGISTRO FOTOGRAFICO		COMENTARIOS:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">LOCALIDAD: CUENCA: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: RESPONSABLE:</td> <td colspan="2">CODIGO ESTACION: FECHA: HORA INICIO: HORA TERMINO:</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PERSONAL CAMPO:</td> </tr> <tr> <td colspan="4">COORDENADAS Y ALTITUD:</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Sol ... Nuboso ... Lluvia ...</td> </tr> <tr> <td colspan="4">REGISTRO FOTOGRAFICO: SI ... NO ...</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VEGETACION RIPARIANA (Hasta 10m): Indicar el tipo de vegetación predominante: Arboles ... Arbustos ... Pastos ... Herbáceas ... Especie predominante:</td> <td colspan="2">Cobertura de dosel: Parcialmente abierto ... Parcialmente sombreado ... Sombreado ... Abierto ...</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Altura de marca de agua: _____ m</td> <td colspan="2">OBSERVACIONES:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LONGITUD ESTIMADA _____ m</td> <td colspan="2">ANCHO ESTIMADO _____ m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ÁREA ESTIMADA DE MUESTREO _____ m²</td> <td colspan="2">PROFUNDIDAD ESTIMADA _____ m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VELOCIDAD DE CORRIENTE _____</td> <td colspan="2">PARAMETROS FISICOQUIMICOS: pH T (°C) CE TDS Sal% OD</td> </tr> <tr> <td colspan="4">EQUIPO UTILIZADO:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Clasificación del agua: Normal/Ninguna ... Desagüe ... Petróleo ... Químico ... Pescado ... Otro ...</td> <td colspan="2">Turbidez (si no se midió): Clara ... Levemente turbio ... Turbio ... Otro ...</td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUSTRATOS INORGANICOS (deben sumar 100%)</td> </tr> <tr> <td> Tipo de sustrato</td> <td> Diámetro</td> <td> % de composición en el área de muestreo</td> <td> Tipo de sustrato</td> </tr> <tr> <td> Roca madre</td> <td></td> <td></td> <td> Característica</td> </tr> <tr> <td> Escalera</td> <td> > 250 mm</td> <td></td> <td> Hegerca</td> </tr> <tr> <td> Canto redondo</td> <td> 64-250 mm</td> <td></td> <td> Pátes, maderas, plásticos, otros pequeños</td> </tr> <tr> <td> Grava</td> <td> 2-64 mm</td> <td></td> <td> Cártercol</td> </tr> <tr> <td> Arena</td> <td> 0.05-2mm</td> <td></td> <td> De cualquier tipo de gérmenes o animales de 1ª zona</td> </tr> <tr> <td> Limo</td> <td> 0.004-0.05 mm</td> <td></td> <td> Marga local (sedimentaria)</td> </tr> <tr> <td> Arcilla</td> <td> < 0.004 mm</td> <td></td> <td> Arcilla amarillenta o grisácea de origen biológico</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PLANKTON: Bicos filtrados / diámetro de poro de red</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PERRITON: tipo de sustrato</td> </tr> <tr> <td colspan="4">MACROINVERTEBRADOS:</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PESCA: Esfuerzo</td> </tr> </table>	LOCALIDAD: CUENCA: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: RESPONSABLE:		CODIGO ESTACION: FECHA: HORA INICIO: HORA TERMINO:		PERSONAL CAMPO:				COORDENADAS Y ALTITUD:				CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Sol ... Nuboso ... Lluvia ...				REGISTRO FOTOGRAFICO: SI ... NO ...				VEGETACION RIPARIANA (Hasta 10m): Indicar el tipo de vegetación predominante: Arboles ... Arbustos ... Pastos ... Herbáceas ... Especie predominante:		Cobertura de dosel: Parcialmente abierto ... Parcialmente sombreado ... Sombreado ... Abierto ...		Altura de marca de agua: _____ m		OBSERVACIONES:		LONGITUD ESTIMADA _____ m		ANCHO ESTIMADO _____ m		ÁREA ESTIMADA DE MUESTREO _____ m ²		PROFUNDIDAD ESTIMADA _____ m		VELOCIDAD DE CORRIENTE _____		PARAMETROS FISICOQUIMICOS: pH T (°C) CE TDS Sal% OD		EQUIPO UTILIZADO:				Clasificación del agua: Normal/Ninguna ... Desagüe ... Petróleo ... Químico ... Pescado ... Otro ...		Turbidez (si no se midió): Clara ... Levemente turbio ... Turbio ... Otro ...		SUSTRATOS INORGANICOS (deben sumar 100%)				Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Roca madre			Característica	Escalera	> 250 mm		Hegerca	Canto redondo	64-250 mm		Pátes, maderas, plásticos, otros pequeños	Grava	2-64 mm		Cártercol	Arena	0.05-2mm		De cualquier tipo de gérmenes o animales de 1ª zona	Limo	0.004-0.05 mm		Marga local (sedimentaria)	Arcilla	< 0.004 mm		Arcilla amarillenta o grisácea de origen biológico	PLANKTON: Bicos filtrados / diámetro de poro de red				PERRITON: tipo de sustrato				MACROINVERTEBRADOS:				PESCA: Esfuerzo			
LOCALIDAD: CUENCA: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: RESPONSABLE:	CODIGO ESTACION: FECHA: HORA:																																																																																																																																		
COORDENADAS Y ALTITUD:																																																																																																																																			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Sol ... Nuboso ... Lluvia ...																																																																																																																																			
REGISTRO FOTOGRAFICO: SI ... NO ...																																																																																																																																			
VEGETACION RIPARIANA (Hasta 10m): Indicar el tipo de vegetación predominante: Arboles ... Arbustos ... Pastos ... Herbáceas ... Especie predominante:																																																																																																																																			
Cobertura de dosel: Parcialmente abierto ... Parcialmente sombreado ... Sombreado ... Abierto ...																																																																																																																																			
Altura de marca de agua: _____ m																																																																																																																																			
LONGITUD ESTIMADA _____ m																																																																																																																																			
ANCHO ESTIMADO _____ m																																																																																																																																			
ÁREA ESTIMADA DE MUESTREO _____ m ²																																																																																																																																			
PROFUNDIDAD ESTIMADA _____ m																																																																																																																																			
VELOCIDAD DE CORRIENTE _____																																																																																																																																			
TIPO DE SUSTRATO: SUSTRATO DURO SUSTRATO DURO NO REMOVIBLE SUSTRATO BLANDO SUSTRATO SUPERFICIAL																																																																																																																																			
CODIGO DE REGISTRO FOTOGRAFICO																																																																																																																																			
COMENTARIOS:																																																																																																																																			
LOCALIDAD: CUENCA: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: RESPONSABLE:		CODIGO ESTACION: FECHA: HORA INICIO: HORA TERMINO:																																																																																																																																	
PERSONAL CAMPO:																																																																																																																																			
COORDENADAS Y ALTITUD:																																																																																																																																			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Sol ... Nuboso ... Lluvia ...																																																																																																																																			
REGISTRO FOTOGRAFICO: SI ... NO ...																																																																																																																																			
VEGETACION RIPARIANA (Hasta 10m): Indicar el tipo de vegetación predominante: Arboles ... Arbustos ... Pastos ... Herbáceas ... Especie predominante:		Cobertura de dosel: Parcialmente abierto ... Parcialmente sombreado ... Sombreado ... Abierto ...																																																																																																																																	
Altura de marca de agua: _____ m		OBSERVACIONES:																																																																																																																																	
LONGITUD ESTIMADA _____ m		ANCHO ESTIMADO _____ m																																																																																																																																	
ÁREA ESTIMADA DE MUESTREO _____ m ²		PROFUNDIDAD ESTIMADA _____ m																																																																																																																																	
VELOCIDAD DE CORRIENTE _____		PARAMETROS FISICOQUIMICOS: pH T (°C) CE TDS Sal% OD																																																																																																																																	
EQUIPO UTILIZADO:																																																																																																																																			
Clasificación del agua: Normal/Ninguna ... Desagüe ... Petróleo ... Químico ... Pescado ... Otro ...		Turbidez (si no se midió): Clara ... Levemente turbio ... Turbio ... Otro ...																																																																																																																																	
SUSTRATOS INORGANICOS (deben sumar 100%)																																																																																																																																			
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato																																																																																																																																
Roca madre			Característica																																																																																																																																
Escalera	> 250 mm		Hegerca																																																																																																																																
Canto redondo	64-250 mm		Pátes, maderas, plásticos, otros pequeños																																																																																																																																
Grava	2-64 mm		Cártercol																																																																																																																																
Arena	0.05-2mm		De cualquier tipo de gérmenes o animales de 1ª zona																																																																																																																																
Limo	0.004-0.05 mm		Marga local (sedimentaria)																																																																																																																																
Arcilla	< 0.004 mm		Arcilla amarillenta o grisácea de origen biológico																																																																																																																																
PLANKTON: Bicos filtrados / diámetro de poro de red																																																																																																																																			
PERRITON: tipo de sustrato																																																																																																																																			
MACROINVERTEBRADOS:																																																																																																																																			
PESCA: Esfuerzo																																																																																																																																			

Nota: La figura 4 muestra un diseño de hoja de campo usados para el monitoreo de macroinvertebrados.

Fuente: (Gonzales & Maestre, 2014)

7.6 Trabajo de laboratorio

La muestra fue aislada en un envase plástico y transportada hasta el laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar. Los organismos recolectados fueron lavados con agua destilada, posteriormente colocados en caja petri, para su observación, identificación, y conteo, mediante la ayuda de un estereomicroscopio, guías de identificación, material bibliográfico referencial y especializado.

7.6.1. Guías de identificación de macroinvertebrados

Tabla 2.

Guías de identificación de macroinvertebrados.

Autor	Título	Año
(Pérez, y otros autores)	Guía de identificación de macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana	2016
(Guarderas, y otros autores)	Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos.	2017
(Rincón, y otros autores)	Los macroinvertebrados de los Ríos del Parque Nacional Cajas.	2017

Nota: La tabla 2 muestra las diferentes guías usadas durante el periodo de estudio para la identificación de macroinvertebrados encontrados en el manglar.

Fuente: Elaboración propia, Laínez (2025).

7.7 Índices basados en macroinvertebrados

Una vez identificados los macroinvertebrados, se los registro en un cuadro en Excel con su respectiva clase, orden, familia y género presentes en cada estación de muestreo con su respectivo número de individuos.

Después se estableció un puntaje a cada familia, según el BMWP/COL y ASPT, ya que, estos índices permiten valorar cuantitativamente la calidad de agua en función a la sensibilidad de los organismos a la contaminación.

- **BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia).**

Índice adaptado para Colombia, modificado por Roldan en el año 2003. Se basa en la tolerancia a la contaminación que tienen los macroinvertebrados, donde se asignan puntuaciones del 1 a 10 a los organismos identificados hasta un nivel de familia.

Los organismos con puntajes altos son los más sensibles por ende necesitan habitar en una mejor calidad de agua, mientras que los de menor puntaje son más tolerantes a la contaminación (tabla 3). El valor del BMWP/COL se determina sumando el total de los puntajes de las familias.

Posterior a ello se compara con los valores de los índices del BMWP/COL propuesto por Roldan (Tabla 4), el cual se da a conocer con cinco clasificaciones con los respectivos rangos, colores, y criterios de la calidad del agua según el valor correspondiente. Mientras mayor sea el valor del BMWP/COL, el agua será de mejor calidad (Roldán G. , 2016).

Tabla 3.

Familias de macroinvertebrados y sus respectivas puntuaciones.






Familia	Puntaje
<i>Anamalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Ghomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymessiidae, Odontoceridae, Oliigoneuridae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae</i>	10
<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydroboscidae, Leptophlebiidae, Phylopotamidae, Polycentropodidae, Polymitararcyidae, Xiphocentronidae</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Veliidae</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossomatidae, Hyaellidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae</i>	7
<i>Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limmichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae</i>	6
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae</i>	5
<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Notoceridae</i>	4
<i>Ceratopogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdellidae, Hydrophylidae, Physidae, Tipulidae</i>	3
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae</i>	2
<i>Tubificidae</i>	1

Nota: La tabla 3 muestra las familias de macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua con sus respectivas puntuaciones.

Fuente: (Roldán, 2003).

Tabla 4.

Clasificación de calidad del agua del índice BMWP/Col.

Clase	Rango	Calidad	Características	Color
I	>100	Buena	Aguas limpias a limpias	
II	61-100	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
III	36-60	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	16-35	Critica	Aguas muy contaminadas	
V	<15	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	

Nota: La Tabla 4 muestra los rangos de calidad de agua y su significado ecológico de acuerdo con el índice del BMWP/Col.

Fuente: (Roldán, 2003).

- **Puntaje promedio por taxón conocido como ASPT (Average Score per Taxón)**







Este índice evalúa la calidad de agua especialmente cuando hay una alta diversidad, el cual se complementa con el BMWP/Col. Se obtiene dividiendo el resultado del BMWP/Col y el número de taxas en cada sitio de muestreo, los valores de ASPT se encuentran en un rango entre 0 y 10. El cual va a expresar el promedio de indicación de calidad del agua que tienen las familias de macroinvertebrados identificados.

Finalmente se compara con los valores de los índices del ASPT (Ver tabla 5), el cual de la misma manera cuenta con cinco grados de contaminación y cinco colores que representan la calidad de las aguas (Arango et al., 2008). Si el resultado arroja valores bajos de ASTP y también hay valores bajos de BWMP/Col significa que hay una grave contaminación en las zonas de muestreos.

El ASPT es independiente del tamaño de la muestra (siendo un promedio) y está menos influenciado por las variaciones estacionales que el método BWMP y, por lo tanto, proporciona un índice adicional más consistente (Sánchez, 2015).

Tabla 5.

Clasificación de la calidad del agua del índice ASPT.

Clase	Rango	Calidad	Características	Color
I	>9-10	Buena	Aguas muy limpias	
II	8-9		Aguas no contaminadas	
III	6,5-8	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
IV	4,5-6,5	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	
V	3-4,5	Critica	Aguas muy contaminadas	
VI	1-3	Muy critica	Aguas fuertemente contaminadas	

Nota: La tabla 5 muestra la clasificación de la calidad de agua y su significado ecológico de acuerdo con el índice ASPT.

Fuente: (Peña et al., 2019)

7.7 Índices ecológicos.

Para cuantificar la biodiversidad de especies en diferentes ecosistemas, se calcularon índices de diversidad (índice de Shannon-Weaver), riqueza específica (índice de Margalef) y dominancia (Simpson) (Pla, 2006).

- **Índice de Shannon – Weaver**

Mide la diversidad entre la riqueza de especies y la abundancia relativa que posee un individuo en un ecosistema (Moreno, 2001). Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 p_i$$

Donde:

S: Se refiere al número total de especies presentes.

Pi: proporción de individuos pertenecientes a la especie i. Donde, la abundancia de la especie de i: ni/N.

ni: es el total de organismos de la especie i.

Log2: es el logaritmo en base 2.

- **Índice de Simpson**

Índice que mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar dentro de una muestra pertenezcan a especies diferentes, depende directamente del grado de dominancia de las especies presentes. Este índice refleja la falta de equidad entre las especies; por ello, una medida de diversidad alternativa y más intuitiva es $1 - \lambda$.

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

S = Número de especies

N = total de organismos presentes

n = número de ejemplares por especie

- **Índice de riqueza de especies Margalef**

La riqueza es un recuento numérico del número de diferentes tipos de organismos y de especies que están presentes:

$$DMg = S - 1/\ln N$$

Dónde: S= Número de especies

N= Número total de individuos

7.9 Correlación Pearson

Medida estadística empleada para evaluar la relación lineal entre dos variables continuas. Karl Pearson fue encargado de desarrollarla, el cual se usa en análisis estadísticos para determinar la dirección y fuerza de la relación entre dos variables. Si la correlación es menor a cero, significa que es negativa, lo que implica que las variables se relacionan inversamente, por otra parte, si la correlación es igual a +1 se considera positiva perfecta, lo cual indica que las variables se correlacionan directamente (Cruz, 2024).

Para aquello, se utilizó el programa estadístico PAST, donde se comparó los valores obtenidos de los índices de diversidad y abundancia con los resultados de los parámetros físicos químicos en cada estación.

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

8.1 Identificación de macroinvertebrados

En el manglar de la Comuna Olón durante los periodos de muestreos en los meses de agosto hasta octubre, entre las tres estaciones establecidas forma general, se registró un total 1.593 individuos de macroinvertebrados, distribuidos en 9 órdenes, 19 familias y 15 géneros.

La estación 2, parte media del manglar registró un total de 595 entre las dos muestras colectadas, registrando la mayor cantidad de individuos, seguido de la estación 3 con 552 y la estación 1 con 446 individuos, lo que indica una ligera diferencia en las condiciones ambientales que podrían favorecer una mayor presencia de organismos en la segunda y tercera estación.

La clase *Insecta* fue la más representativa con 5 órdenes y 15 familias, dentro de este grupo la familia *Gerridae* fue la que más predominó en todas las estaciones. También se registró individuos de la *Culicidae*, *Mesoveliidae* y *Chironomidae*, el cual son comunes en ambientes acuáticos con diferentes grados de calidad de agua, lo que sugiere que las estaciones presentan una mezcla de condiciones ecológicas. Así, mismo, la presencia de otros grupos como *Planorbidae*, *Thiaridae*, *Hyallelidae* y *Palaemonidae* refleja la disponibilidad de diversos hábitats y posibles diferencias en los parámetros físicos-químicos del agua. (Tabla 6).

Tabla 6.

Total de organismos identificados en las tres estaciones del manglar el Mogote-Olón.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	E1	E2	E3	TOTAL
Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>		2	7	7	16
Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>		2	6	3	11
Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>		25	22	18	65
Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	<i>Culex</i>	95	82	45	222
Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tabanidae</i>	<i>Tabanus</i>	0	4	1	5
Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Stratiomyidae</i>	<i>Stratiomys</i>	4	3	5	12
Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>		4	3	0	7
Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	<i>Tipula</i>	0	2	0	2
Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Veliidae</i>	<i>Microvelia</i>	1	23	36	60
Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Mesoveliidae</i>	<i>Mesovelia</i>	66	98	69	233
Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Gerridae</i>	<i>Rheumatobates</i>	110	155	134	399
Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Saldidae</i>	<i>Saldula</i>	0	2	13	15
Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Corixidae</i>	<i>Trichorixa</i>	0	3	5	8
Insecta	<i>Coleóptera</i>	<i>Staphylinidae</i>	<i>Anotylus</i>	5	9	8	22
Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	<i>Nanomis</i>	7	13	12	32
Gastropoda	<i>Pulmonata</i>	<i>Planorbidae</i>	<i>Gryaulus</i>	10	4	13	27
Gastropoda	<i>Neotaenioglossa</i>	<i>Thiaridae</i>	<i>Melanooides</i>	8	9	3	20
Malacostraca	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella</i>	47	59	84	190
Malacostraca	<i>Decápoda</i>	<i>Palaemonidae</i>	<i>Macrobrachium</i>	60	91	96	247
TOTAL				446	595	552	1593

Nota: La tabla 6 muestra las familias de macroinvertebrados identificadas en el manglar de Olón durante el periodo de estudios de tres meses.

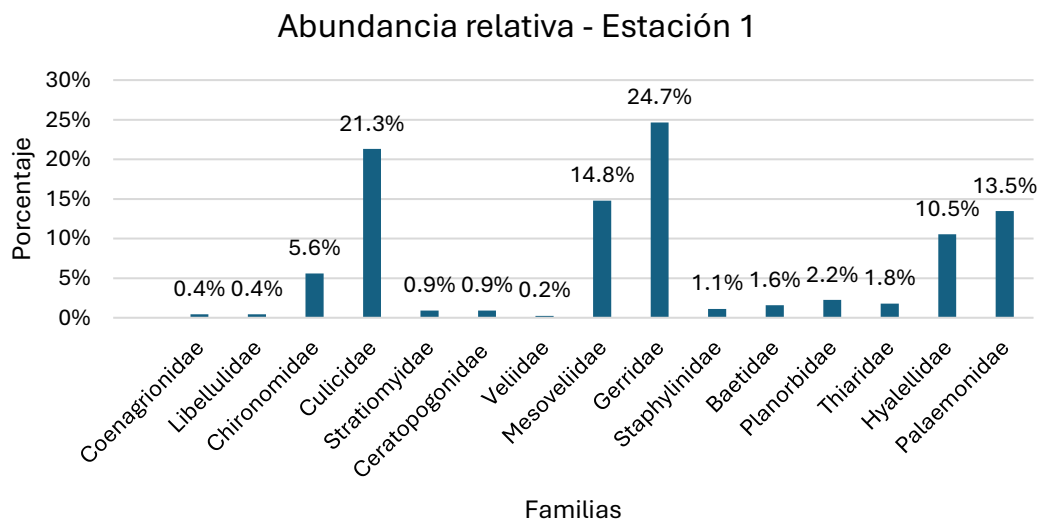
Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

8.1.1 Abundancia por estaciones

La Estación 1, parte de la desembocadura del manglar, se registró un total de 446 individuos durante los tres meses de muestreo. La familia *Gerridae* (*Rheumatobates*) fue la más abundante con 110 individuos, representando el 24,7% del total de organismos recolectados, seguida por la familia *Culicidae* (*Culex*) con 95 individuos equivalente al 21,3%, y en tercer lugar la familia *Mesoveliidae* (*Mesovelina*) con 66 individuos, representada con 14,8%. Por el contrario, las familias menos representadas fueron *Veliidae* (*Microvelia*) con 0,2%, y las familias *Coenagrionidae* y *Libellulidae*, ambas con una participación del 0,4% cada una (Figura 5).

Figura 5.

Abundancia de familias de macroinvertebrados en la estación 1.



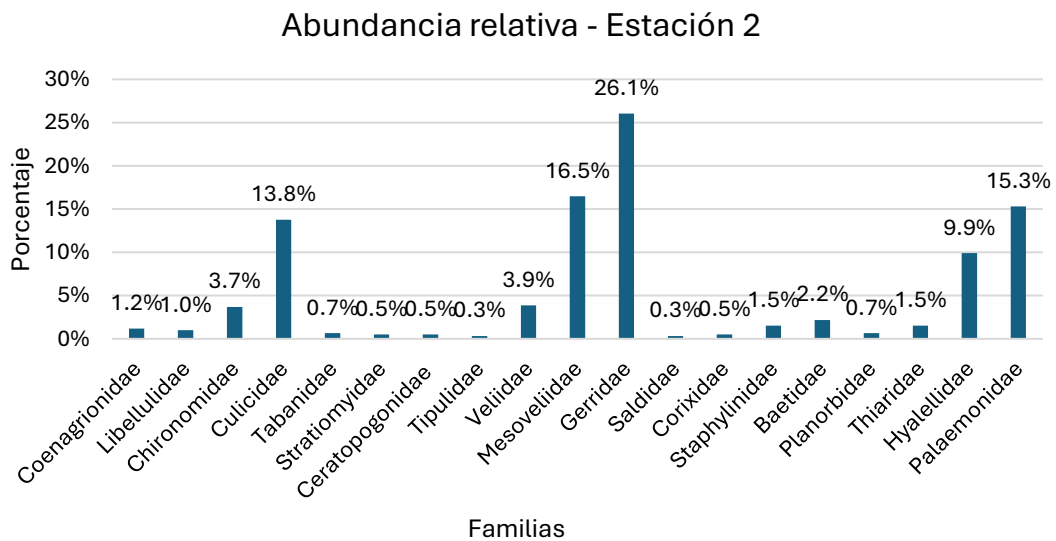
Nota: La figura 5 muestra la abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados identificados en la primera estación durante los tres meses de muestreos.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

La estación 2, parte media del manglar se registraron total de 595 individuos, de los cuales, la familia más abundante al igual que la primera estación fue *Gerridae* (*Rheumatobates*) con 155 individuos representada con un 26.1%, seguido de la familia *Mesoveliidae* (*Mesovelia*) con 98 individuos equivalente a un 16.5% y la familia *Palaemonidae* (*Macrobrachium*) con 91 individuos correspondiente al 15.3%. Mientras que las familias menos abundantes fueron *Saldidae* (*Saldula*) y familia *Tipulidae* (*Tipula*) con 0.3% (Figura 6).

Figura 6.

Abundancia de familias de macroinvertebrados en la estación 2.



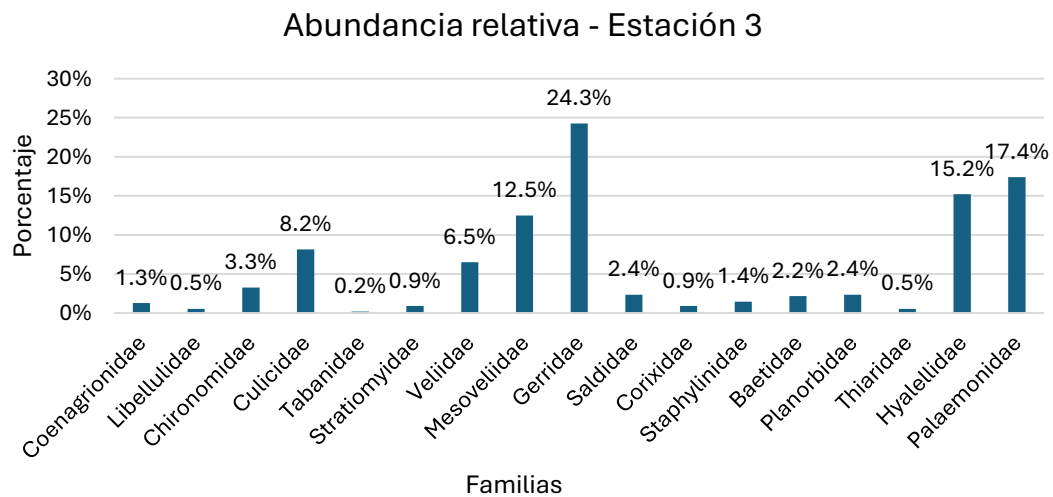
Nota: La figura 6 muestra la abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados identificados en la segunda estación durante los tres meses de muestreos.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

La estación 3, parte alta del manglar, se registraron un total de 552 individuos, donde las familias que presentaron mayores abundancias fueron *Gerridae* (*Rheumatobates*) con 134 individuos, equivalente a 24.3 %, *Palaemonidae* (*Macrobrachium*) con 96 individuos, representada con un 17.4% y *Hyaellidae* (*Hyaella*) con 84 individuos equivalente al 15.2 %. Mientras que los menos abundantes fueron los de la familia *Tabanidae* (*Tabanus*) con 0.2%, *Thiaridae* (*Melanoides*) y familia *Libellulidae* ambos con 0.5% (Figura 7).

Figura 7.

Abundancia de familias de macroinvertebrados en la estación 3.



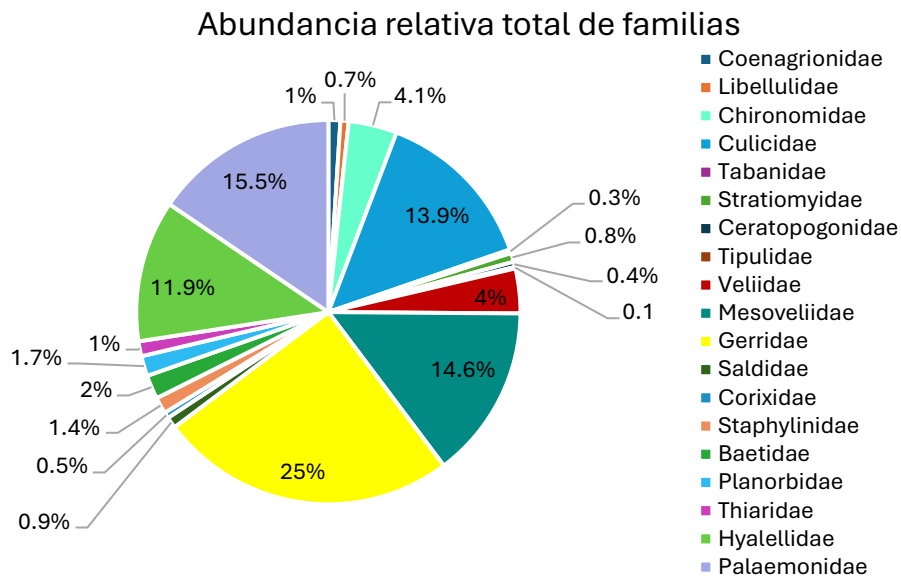
Nota: La figura 7 muestra la abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados identificados en la segunda estación durante los tres meses de muestreos.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

En cuanto a la abundancia relativa total durante los tres meses muestreados, entre las tres estaciones, la familia más abundante fue *Gerridae (Rheumatobates)*, presente en todas las estaciones de muestreos con 399 individuos, representado por el 25% total de la colecta. Mientras que la familia con menos abundancia de individuos fue *Tipulidae (Tipula)* representando el 0.1% total de la colecta (Figura 8).

Figura 8.

Abundancia total de macroinvertebrados.



Nota: La figura 8 muestra la abundancia total de las familias de macroinvertebrados identificados durante los tres meses de muestreos.

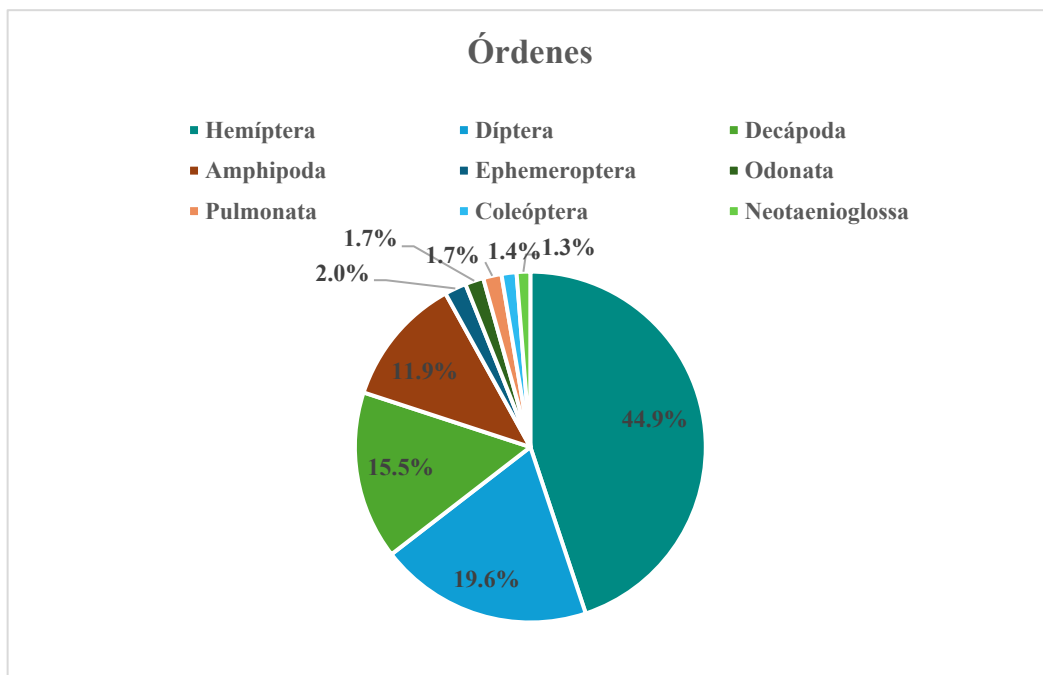
Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

Orden más representativo

El orden de macroinvertebrado más representativo durante los tres meses de muestreo fue Hemíptera con un total de 715 individuos, equivalente a 44.9%, seguido de *Díptera* con 313 individuos, correspondiente a 19.6%, el orden *Decápoda* con 247 individuos equivalente a 15.5% y *Amphipoda* con un total de 190 individuos, significando el 11.9%, mientras que los otros ordenes que encontraron en menor proporción (Figura 9).

Figura 9.

Porcentaje por órdenes de macroinvertebrados.



Nota: La figura 9 muestra los porcentajes de los órdenes más representativos de macroinvertebrados identificados durante los tres meses de muestreos.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

8.2 Índices basados en macroinvertebrados para determinar la calidad de agua.

A continuación, se presenta los valores obtenidos de los índices ecológicos de las tres estaciones y calculados mediante los valores totales de cada familia, durante los monitores realizados en los meses de agosto hasta octubre del 2025 (Tabla 7).

Tabla 7.

Índices ecológicos de diversidad.

Índices Ecológicos	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Taxa_S	15	19	17
Shannon_H	2.061	2.194	2.233
Simpson_1-D	0.8400	0.8500	0.8595
Margalef	2.295	2.818	2.534

Nota: La tabla 7 muestra los valores de los índices ecológicos por estación durante los tres meses de muestreos.

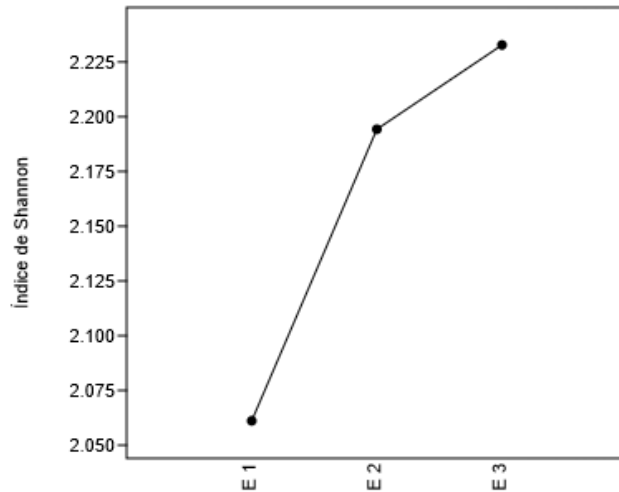
Fuente: Elaboración propia, Laínez (2025).

Índice de Shannon-Weaver

Los valores obtenidos en el índice de Shannon-Weaver (Figura 10), presentaron resultados de 2.061 bits, 2.194 bits, 2.233 bits, para cada una de las estaciones respectivamente determinando una diversidad media. Sin embargo, en la estación 3 con un valor de 2.233 bits presenta la mayor diversidad, Por otra parte, la estación 2 tiene valores cercanos a la estación 3, con 2.194 bits, mientras que la estación 1 posee la menor diversidad con 2.061 bits.

Figura 10.

Índice de Shannon-Weaver.



Nota: La figura 10 muestra los valores obtenidos en el índice de Shannon-Weaver por estación durante los tres meses de muestreos.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

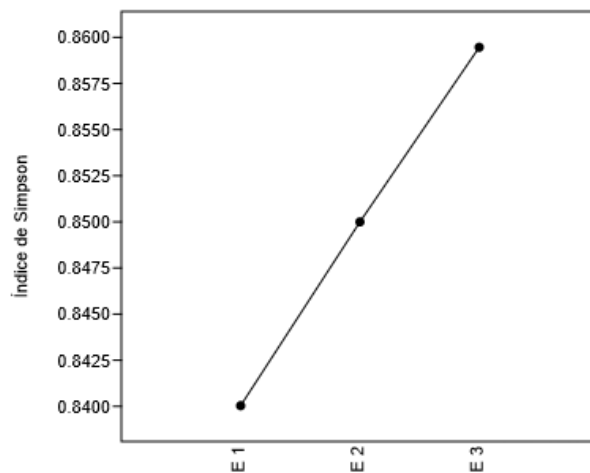
Los resultados del índice de Shannon-Wiener fueron analizados de acuerdo con el esquema de Wilhm & Dorris (1968) donde se mencionan las siguientes reglas, para evaluar la calidad del agua donde: $H' < 1$ – se considera una “contaminación fuerte”; Si H' está entre 1 - 3 se considera una “contaminación moderada” y $H' > 3$ – considera “agua sin contaminación”. Por consiguiente, con los resultados registrados al hacer una comparativa del estado del agua con el valor del índice de diversidad se determina que el Manglar el Mogote presenta una calidad de agua con contaminación moderada.

Índice de dominancia de Simpson

El índice de Simpson refleja la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes, por lo que valores próximos a 1 indican una mayor diversidad y una menor dominancia de especies dentro de la comunidad. Los resultados obtenidos en este índice presentaron (Figura 11) valores de 0.8400, 0.8500 y 0.8595, mostrando una comunidad con niveles moderados de dominancia y diversidad. La estación 3 presenta el valor más alto con 0.8595 indicando una menor dominancia, pero con una comunidad equitativa, de la misma manera la estación 2 con 0.8500 con una comunidad más equilibrada. Por el contrario, la estación 1 registro el valor más bajo con 0.8400 relevando una leve dominancia de ciertas especies.

Figura 11.

Índice de Simpson.



Nota: La figura 11 muestra los valores obtenidos en el índice de dominancia de Simpson por estación durante los tres meses de muestreos.

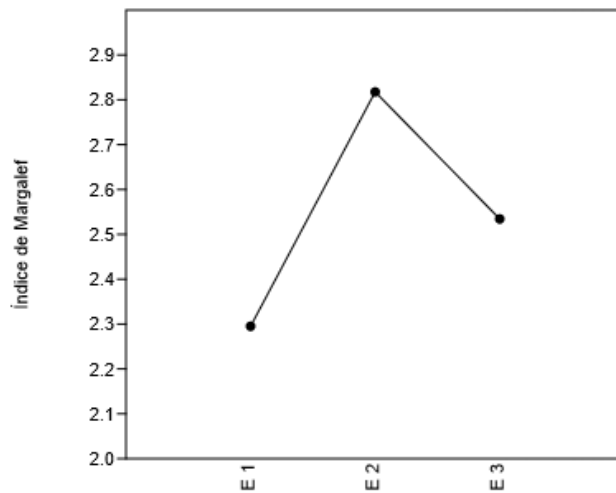
Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

Índice de Margalef

Los resultados obtenidos en el índice de riqueza de Margalef (Figura 12), presentaron valores de 2.295, 2.818 y 2.534, indicando una riqueza moderada en todas las estaciones. Sin embargo, en la estación 2 con un valor de 2.818 presenta la mayor riqueza, Por otra parte, la estación 3 tiene valores cercanos a la estación 2, con 2.534, mientras que la estación 1 presenta la menor riqueza con 2.295.

Figura 12.

Índice de Margalef.



Nota: La figura 12 muestra los valores obtenidos en el índice de Margalef por estación durante los tres meses de muestreos.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

8.2.1 Cálculo de índices bióticos BMWP/Col y ASPT para la calidad de agua

Durante el mes de agosto los valores de los índices BMWP/COL y ASPT presentaron variaciones (tabla 8).

El cálculo del índice de BMWP/COL para las tres estaciones de muestreo presentaron las siguientes puntuaciones, primera estación 67, segunda estación 70, y tercera estación 82, presentando esta última la puntuación más alta, ubicando las tres estaciones dentro de la categoría de calidad “Aceptable”, correspondiente a aguas ligeramente contaminadas. Sin embargo, el índice de ASPT presentó puntuaciones entre de 5.6 a 5.9, ubicando a las 3 estaciones en la categoría de calidad “dudosa” correspondiente a aguas moderadamente contaminada. Esto puede deberse a la presencia de familias de macroinvertebrados tolerantes a la contaminación presente en las tres estaciones.

Tabla 8.

Cálculo del índice de BMWP/Col y ASPT para el mes de agosto.

MES DE AGOSTO						
Estaciones	BMWP/COL	Calidad		ASPT	Calidad	
		Calidad	Significado		Calidad	Significado
E 1	67	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	5.6	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
E 2	70	Aceptable		5.8	Dudosa	
E 3	82	Aceptable		5.9	Dudosa	

Nota: En la tabla 8 muestra los valores obtenidos en el cálculo de los índices de BMWP/COL y ASPT durante el mes de agosto.

Fuente: Elaboración propia, Laínez (2025).

Durante el mes de septiembre, los valores de los índices BMWP/COL y ASPT en las tres estaciones de la misma manera refleja variaciones en cuanto a su puntuación (Tabla 9).

El cálculo del índice de BMWP/COL para las tres estaciones de muestreo presentaron puntuaciones entre 62 a 85, ubicándose dentro de la categoría de calidad “aceptable”, equivalente aguas ligeramente contaminadas. Si embargo, los valores del índice ASPT presento puntuación entre 5.1 a 5.8, ubicándose dentro de la categoría de calidad “dudosa” equivalente aguas moderadamente contaminadas, esto se debió a la aun presencia de familias de macroinvertebrados de alta a mediana tolerancia a la contaminación limitando una clasificación superior.

Tabla 9.

Cálculo del índice de BMWP/Col y ASPT para el mes septiembre.

MES DE SEPTIEMBRE						
Estaciones	BMWP/COL	Calidad	Significado	ASPT	Calidad	Significado
		E1	62	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	5.1
E2	85	Aceptable	5.6	Dudosa		
E3	82	Aceptable	5.8	Dudosa		

Nota: En la tabla 9 muestra los valores obtenidos en el cálculo de los índices de BMWP/COL y ASPT durante el mes de septiembre.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

Durante el mes de octubre, los valores de los índices bióticos BMWP/COL y ASPT en las tres estaciones al igual que en los meses anteriores reflejan variaciones en sus puntuaciones a lo largo de la zona de estudio (Tabla 10).

El cálculo del índice de BMWP/COL para las tres estaciones de muestreo presentaron puntuaciones entre 65 a 90, ubicándose dentro de la categoría de calidad “aceptable”, equivalente aguas ligeramente contaminadas. Si embargo, los valores del índice ASPT presento puntuación entre 5.4 a 6, manteniéndose dentro de la categoría de calidad “dudosa” equivalente aguas moderadamente contaminadas, debido a que individuos de tolerancia alta a la contaminación se encontraron en las tres estaciones de muestreo.

Tabla 10.

Cálculo del índice de BMWP/Col y ASPT para el mes de octubre.

MES DE OCTUBRE						
Estaciones	BMWP/COL	BMWP/COL		ASPT	ASPT	
		Calidad	Significado		Calidad	Significado
E1	65	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	5.4	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
E2	90	Aceptable		5.6	Dudosa	
E3	85	Aceptable		6	Dudosa	

Nota: En la tabla 10 muestra los valores obtenidos en el cálculo de los índices de BMWP/COL y ASPT durante el mes de octubre.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

Análisis general del BMWP/COL y ASPT durante los tres meses de muestreos

De manera general para los tres meses de muestreo se observa el promedio de los valores del índice BMWP/Col para la estación 1, 2 y 3, donde dichas puntuaciones presentan valores que abarcan una calidad “aceptable”, correspondiente a aguas ligeramente contaminadas. No obstante, los valores promedio del índice ASPT

presentaron un rango de calidad “dudosa” correspondiente a aguas moderadamente contaminadas (Tabla 11), esto pudo evidenciarse debido a cierta concentración de materia orgánica y presencia de familia tolerantes a la contaminación en las tres estaciones.

La primera estación presentó la menor puntuación en los índices del BMWP/Col y ASPT, esto se debió a que en esta zona se encontró un poco más de contaminación por materia orgánica y actividad antrópica, registrando de esta manera una baja diversidad. En esta zona se encontraron familias como *Gerridae* y *Mesoveliidae* el cual, son moderadamente tolerantes a la contaminación y pueden adaptarse a diferentes tipos de hábitats. Así mismo, como *Culicidae*, *Planorbidae* y *Chironomidae*, el cual son altamente tolerantes a la contaminación habitando en zonas que presentan materia orgánica.

En cuanto a la segunda estación se obtuvo una puntuación más alta a diferencia de la primera, debido que se registró una mayor diversidad de familias. Entre ellos se encontró taxas como, *Palaemonidae*, *Baetidae*, *Gerridae* y *Mesoveliidae* el cual son ligeramente a moderadamente tolerantes a la contaminación. Sin embargo, también se notó la presencia de familias como *Culicidae* y *Chironomidae*, debido a que también se evidencio la presencia de materia orgánica, pero poca.

En la tercera estación se presentó una puntuación similar a la segunda, debido que se también se registró una mayor diversidad. Al igual que la estación anterior se registró familias como, *Palaemonidae*, *Hyaellidae*, *Staphylinidae* y *Coengagrionidae* el cual son ligeramente a moderadamente tolerantes a la contaminación. En esta zona también se observó la presencia de organismos de las familias *Culicidae* y *Chironomidae*, pero en menor cantidad.

Tabla 11.

Cálculo del índice de BMWP/Col y ASPT de manera general en los tres meses de muestreo.

Estaciones	Mes de agosto		Mes de septiembre		Mes de octubre		Promedio del BMWP/ COL	Promedio del ASPT
	BMWP/ COL	ASPT	BMWP/ COL	ASPT	BMWP/ COL	ASPT		
E1	67	5.6	62	5.1	65	5.4	62	5.3
E2	70	5.8	85	5.6	90	5.6	81	5.6
E3	82	5.9	82	5.8	85	6	83	5.9

Nota: En la tabla 11 muestra los valores promedios de manera general en el cálculo de los índices de BMWP/COL y ASPT entre los tres meses de muestreos.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

8.3 Correlación de diversidad y abundancia de macroinvertebrados con los parámetros físicos químicos.

Registro de parámetros físicos químicos

Durante los tres meses de monitoreos se registraron parámetros físicos-químicos del agua en cada una de las estaciones muestreadas obteniendo los siguientes valores promedios entre los dos monitoreos por mes (Tabla 12).

Tabla 12.

Valores promedios de parámetros físicos químicos por estación durante los tres meses de muestreos.

Mes	Estación	Temperatura (°C)	Salinidad (%)	OD (mg/L)	pH	Conductividad
Agosto	1	22.8	12.28	5.6	8.04	1126
	2	22.5	11.45	7.3	8.04	1100
	3	22.4	11.32	7.4	8.06	1028
Septiembre	1	22.9	12.18	6.8	7.98	2392
	2	22.4	11.42	7.5	8.04	2594
	3	22.1	11.26	7.4	7.94	2763
Octubre	1	23.4	11.43	5.9	8.04	3036
	2	22.9	10.33	7.6	8.08	2983
	3	22.8	10.26	7.7	7.87	1640

Nota: En la tabla 12 muestra los valores promedios de los parámetros físicos químicos del agua por estación durante los tres meses de muestreos en el manglar de la comuna Olón.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

Correlación de diversidad con los parámetros físicos químicos

Para realizar la correlación entre la diversidad y abundancia de macroinvertebrados, primero se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en el que todos los datos presentaron una distribución normal, debido a aquello, se utilizó la medida estadística de Pearson (Anexo 12).

Los resultados de la matriz de correlación entre los índices de diversidad de Shannon (H') y Simpson con los parámetros físicos químicos del agua (temperatura, oxígeno disuelto pH, salinidad y conductividad) correspondiente a los tres meses de muestreos presentaron los siguientes resultados (Figura 13).

El oxígeno disuelto muestra una correlación positiva fuerte a casi perfecta con los índices de diversidad Simpson $r = 0.90$ y de Shannon $r = 0.99$, indicando que una mayor disponibilidad de oxígeno, la diversidad de macroinvertebrados acuáticos aumenta. Este resultado sugiere que las estaciones con mejores niveles de oxigenación presentan condiciones más estables y adecuadas para especies sensibles a la contaminación.

Por el contrario, la temperatura para el índice de diversidad de Shannon $r = -0.99$ y Simpson $r = -0.98$, revela una correlación negativa fuerte a casi perfecta, implicando que el incremento de esta variable, disminuye la diversidad de macroinvertebrados. Esto puede deberse a que temperaturas muy elevadas incrementan la actividad metabólica, el cual solo beneficia el desarrollo de ciertas familias adaptadas a este parámetro.

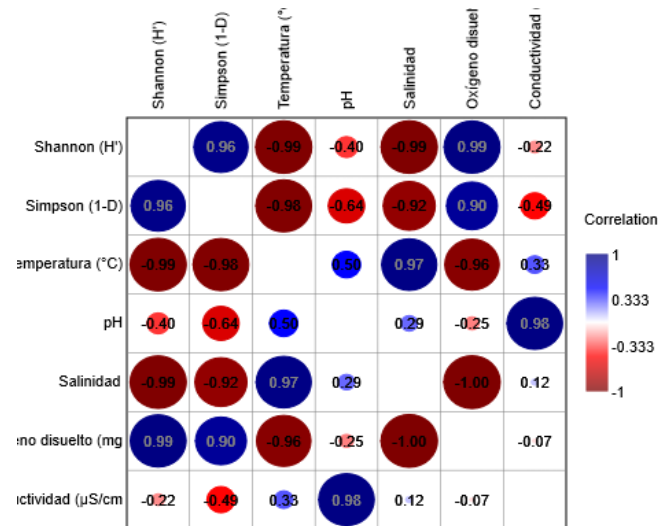
Por otro lado, la salinidad con los índices de diversidad Shannon $r = -0.99$, Simpson $r = -0.92$ indican una correlación negativa casi perfecta y fuerte, ya que, la diversidad de macroinvertebrados tiende a disminuir cuando los niveles de salinidad son altos. Este patrón se evidenció principalmente en la primera estación, ubicada en la desembocadura del manglar, donde la cantidad de individuos fue menor, en comparación a las dos estaciones siguientes. En estos ecosistemas este comportamiento es común, porque los cambios bruscos de salinidad disminuyen la presencia de especies que no pueden tolerar variaciones osmóticas, afectando de esta manera la riqueza y composición taxonómica.

Por otra parte, el pH presenta una correlación negativa moderada con la diversidad, tanto para el índice de Shannon ($r = -0.40$) como para el de Simpson ($r = -0.64$), siendo fuerte en este último, lo que indica que niveles de pH levemente alcalinos, la diversidad de especies tiende a bajar, causada por las variaciones en la acidez o alcalinidad del agua afectando la distribución de estos organismos acuáticos.

Por último, la conductividad presenta una correlación negativa débil con el índice de diversidad de Shannon $r = -0.22$ y una correlación negativa moderada para Simpson $r = -0.49$, reflejando este parámetro su estrecha relación con la salinidad y el pH, aunque su influencia directa sobre la diversidad de macroinvertebrados es menor en comparación con la salinidad.

Figura 13.

Correlación de índices de diversidad y parámetros físicos-químicos.



Nota: La figura 13 muestra la matriz de correlación de los índices de diversidad de macroinvertebrados con los parámetros físicos químicos del agua.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

Correlación de la abundancia con parámetros físicos químicos.

La correlación entre abundancia y los parámetros físicos químicos, muestran lo siguiente (Figura 14); La temperatura $r = -0.82$, nos muestra una correlación negativa fuerte, indicando que la abundancia de macroinvertebrados, al igual que la diversidad tiende a disminuir.

Por otro lado, se observó una correlación negativa fuerte entre abundancia y la salinidad $r = -0.92$, lo que indica que un aumento en los niveles de salinidad se asocia con una

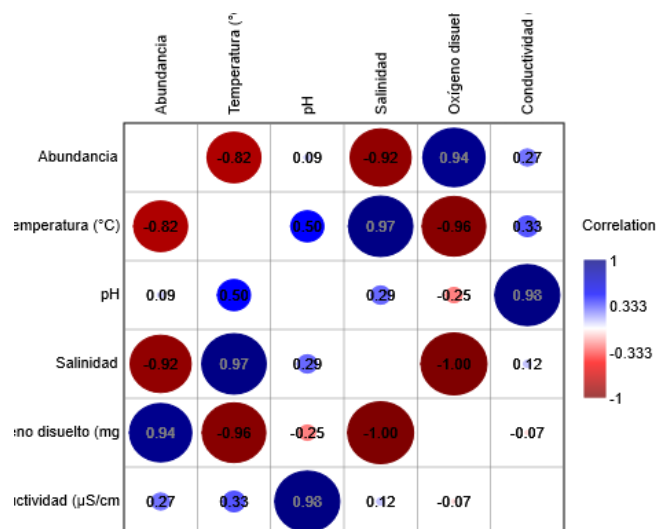
disminución en la abundancia de organismos. Este patrón sugiere que los cambios en la salinidad actúan como un factor limitante para las especies más sensibles, disminuyendo la presencia de macroinvertebrados.

Por otra parte, El oxígeno disuelto $r = 0.94$ muestra una correlación positiva fuerte, indicando que esta variable está directamente relacionado a la abundancia de los macroinvertebrados y que los sitios con mejor concentración de oxígeno tendrán mayor abundancia de especies.

Por último, la conductividad, presenta una correlación positiva débil con la abundancia $r = 0.27$, lo que indica que este parámetro tiene una influencia mínima en la distribución de los organismos, por lo que es factor poco determinante y el pH $r = 0.09$ presento una correlación casi nula, indicando que esta variable no tiene influencia significativa sobre la abundancia de macroinvertebrados.

Figura 14.

Correlación de abundancia y parámetros físicos-químicos.



Nota: La figura 14 muestra la matriz de correlación de la abundancia de macroinvertebrados con los parámetros físicos químicos del agua.

Fuente: Elaboración propia, Láinez (2025).

En general, los resultados indican que para conservar la diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en el manglar, el oxígeno disuelto es una de las variables importantes a considerar, ya que, estos organismos van a preferir hábitats con niveles óptimos de este parámetro para su crecimiento y desarrollo. Por otra parte, el pH y conductividad tienen breves efectos significativos en el área de estudio. En cambio, la salinidad y temperatura actúan como variables limitantes, afectando negativamente la distribución de las especies, por lo que la composición de macroinvertebrados varía entre las estaciones de muestreo.

9. DISCUSIÓN

En el presente estudio se registraron un total de 1.593 individuos, clasificados 19 familias y 9 órdenes. La mayor parte de taxas fue registrada por los órdenes *Hemiptera* (715 individuos), *Diptera* (313 individuos) y *Decápoda* (247 individuos). Estos resultados, se comparan con los obtenidos por de Baldeón, (2024) en el Río Bulu Bulu, ubicado en la parroquia Pedro J. Montero, al sur de Yaguachi, donde se registró un total de 1.116 individuos, distribuidos en 10 órdenes y 17 familias, entre los cuales, los más representativo fueron *Hemiptera* (599 individuos), *Trichoptera* (199 individuos) y *Coleoptera* (179 individuos). Dichos resultados, presentan coincidencia parcial, entre ambos estudios, destacando la orden *Hemiptera* como uno de los grupos con alta representación de individuos, lo cual se atribuye a que este grupo está compuesto por taxas con amplias estrategias adaptativas, como la respiración aérea y la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de hábitat. Estas características favorecen su presencia y abundancia en ambientes sometidos a variaciones ambientales.

La ausencia de órdenes como *Trichoptera* y poca representación del orden *Coleoptera* en nuestra zona de estudio en comparación del estudio de (Baldeón 2024), pudo deberse a la presencia de materia orgánica y a la diferencia de la estructura de hábitat, debido a que, estos grupos se encuentran compuestos por familias sensibles a la contaminación por lo que requieren condiciones ambientales más estables. Domínguez & Fernández , (2001) mencionan que la mayoría de los tricópteros y coleópteros, habitan en aguas con corrientes, limpias con buena oxigenación, debajo de piedras, troncos y material vegetal, aunque algunas viven en aguas quietas, siendo buenos indicadores de aguas oligotróficas, debido a que no pueden sobrevivir en condiciones con presencia de contaminación.

Por otro parte, en cuanto a las familias que presentaron mayor abundancia de individuos fueron *Gerridae*, *Mesoveliidae*, *Palaemonidae*, sin embargo, también destacan la presencia individuos de las taxas *Chironomidae* y *Culicidae* pero mayormente en la zona baja del manglar. Estos resultados se asemejan con los datos obtenidos por Parrales (2020), en el Río San Carlos-Jipijapa, donde presenta zonas de transición, el cual registró una mayor abundancia de organismos de familias como *Gerridae*, *Veliidae* y *Belostomidae*, donde ambos estudios coinciden en la presencia destacada de individuos la familia *Gerridae*. No obstante, se encontraron también individuos de la familia *Chironomidae* en todas las estaciones de muestreo, que de acuerdo con Roldán (1996), *Culicidae* y *Chironomidae* son familias de organismos principalmente indicadores de contaminación por materia orgánica, debido a su amplia tolerancia a la contaminación, cuyas principales características son la de tolerar tensiones muy bajas de oxígeno por extensos períodos de tiempo, permitiéndole sobrevivir en ausencia de oxígeno.

Los resultados obtenidos en los índices ecológicos mostraron que las estaciones 2 y 3 presentaron los valores más altos de diversidad, a diferencia de la estación 1, que mostró valores bajos. Sin embargo, todas las estaciones se ubicaron dentro de una categoría de diversidad media, con niveles de dominancia moderados y una riqueza específica igualmente moderada. Esto podría explicarse con lo manifestado por Guerrero et al. (2023), el cual dan a conocer que ciertos taxones de macroinvertebrados tienen gran afinidad por un determinado hábitat, ante la alteración de las variables ambientales, sus comunidades tienen la capacidad de cambiar su estructura, distribución y funcionamiento, elevando de esta manera los niveles de diversidad biológica en zonas que presentan mejores condiciones para el desarrollo de estos organismos.

Una vez calculado el índice BMWP/Col se determinó que la calidad de agua del manglar en la zona baja, media y alta fue categorizada como calidad aceptable, correspondiente a aguas ligeramente contaminadas. Mientras que el índice ASPT presentó una categoría dudosa, correspondientes aguas moderadamente contaminadas. Esto se debió a la presencia de familias de macroinvertebrados tolerantes a la contaminación, así como la evidente acumulación de materia orgánica y presión antrópica, principalmente en las zonas cercanas a la desembocadura del manglar, limitando de esta manera a una clasificación superior en este segundo índice. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Solís, (2021) en un estudio realizado en el Río Súa, ubicada la costa de la provincia de Esmeralda, presentó que la calidad de agua en las zonas baja, media y altas del río fue categorizada como dudosa y aceptable, correspondiente a aguas moderadamente contaminadas a ligeramente contaminadas y un ASPT calculado a partir del BMWP/Col con el rango de calidad dudosa equivalente a aguas moderadamente contaminadas para las tres estaciones, considerando que el agua del río presentaba cierta perturbación intermedia causados por actividades antropogénicas y actividades agrícolas .

Por el contrario, en los resultados obtenidos por Mora, (2018) en el Río Sálima, ubicado en la parroquia Atacames-Esmeralda, muestran un escenario distinto. Calculando el índice BMWP/Col, determinó que el agua del río tiene una calidad entre buena a muy buena, equivalentes a aguas limpias y muy limpias. Por otra parte, el índice ASPT mostró en la zona alta y media una calidad aceptable representando aguas ligeramente contaminadas, y en la zona baja una calidad dudosa siendo aguas moderadamente contaminadas destacando más la presencia de macroinvertebrados sensibles a la contaminación en zonas altas.

Daza & Mora, (2016) mencionan que la diferencia en los resultados de los índices biológicos se da principalmente, porque los valores del índice ASPT depende de los resultados del BMWP/Col, considerándose como un índice más riguroso, puesto a que no solo se basa en la presencia/ausencia de familias de macroinvertebrados, sino que evalúa el número de familias encontradas ofreciendo una medida más estable de la tolerancia en general.

Por otro lado, Vivas et al. (2002), Prat et al. (2009), Ramírez & Gutiérrez , (2014), mencionan que los métodos de evaluación de calidad de agua de los ecosistemas estuarinos o dulceacuícolas, con macroinvertebrados y sus modificaciones para cada región o país, son aspectos ampliamente discutidos. Índices como el BMWP que ha sido modificado dentro de algunos países sudamericanos, muestran puntos débiles debido a que solo utiliza datos de presencia/ausencia e identifica los organismos solo hasta el nivel taxonómico de familia, razón por el cual, es recomendable la elaboración de índices que incrementen un nivel taxonómico más bajo posible, ya sea a nivel de género o especie. Así pues, bajo estas perspectivas, aunque varios estudios muestran un rendimiento aceptable de los índices de calidad de agua al operar a nivel de familia, se sugiere realizar estudios más extensivos que llenen los vacíos de información sobre macroinvertebrados.

Los resultados de correlación mostraron que la diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos estuvieron influenciadas por variables fisicoquímicas, en particular, por la concentración de oxígeno disuelto, el cual se identificó como uno de los principales factores para mantener comunidades más diversas, siendo la segunda y

tercera estación los que presentaron mejores niveles de oxígeno, registrando la mayor cantidad de individuos y las mejores puntuaciones en los índices biológicos. Este hallazgo coincide con el estudio realizado por Mora, (2018), quien determinó que la saturación de oxígeno tenía una correlación positiva con la composición de macroinvertebrados, reflejándose en la zona alta del Rio Sálima, el cual presentó la mayor concentración de Oxígeno disuelto, registrando una mayor diversidad y puntuación de los índices BMWP/Col y ASPT. Cabe mencionar ambos estudios se desarrollaron ecosistemas con clima cálido húmedo tropical y en los mismos meses de muestreos por lo que refuerza los resultados obtenidos en nuestro estudio.

Por otra parte, la salinidad y temperatura actuaron como un factor limitante, donde se obtuvo una correlación negativa alta, afectando la diversidad y abundancia de macroinvertebrados, evidenciándose principalmente en la primera estación donde se registró disminución de individuos, estos resultados son similar a los presentados por Orrala (2024) realizado en el manglar de la Parroquia Manglaralto, donde la salinidad y temperatura presentaron una correlación negativa moderada, afectando la composición de macroinvertebrados en la zona de estudio. La variación de magnitud de coeficiente se debió a las variaciones ecológicas y ambientales.

10. CONCLUSIONES

Durante el periodo de estudio se identificaron 1.593 individuos de macroinvertebrados acuáticos, agrupado en 9 órdenes y 19 familias. Los órdenes más representativos fueron *Hemiptera*, *Diptera* y *Decápoda*. En cuanto a la abundancia de individuos la familia *Gerridae* del género *Rheumatobates* fue el más abundante en las tres estaciones de muestreo. La alta presencia de este organismo se explica por su tolerancia a las variaciones de salinidad y su capacidad de adaptarse a cualquier hábitat. La segunda familia con más individuos registrado fue *Mesoveliidae* del género *Mesovelia* igualmente presente en todas estaciones, pero con mayor abundancia en la segunda estación, el cual pudo deberse a la disponibilidad de microhábitats. Finalmente, la tercera familia con más individuos registrados fue *Palaemonidae* con mayor abundancia en la tercera estación, debidos a mejores condiciones ambientales.

Los resultados obtenidos en los índices ecológicos de diversidad de Shannon-Weaver, Simpson y Margalef, permitieron establecer que el manglar “El Mogote” presenta, una diversidad y riqueza biológica de nivel medio, indicando a un ecosistema moderadamente equilibrado. Los tres índices muestran que la segunda y tercera estación presentaron los valores más altos, ya que poseen mejores condiciones para el desarrollo de los macroinvertebrados, debido a la disponibilidad de alimento y niveles bajos de perturbación. Por el contrario, la primera estación, el cual, presenta la menor diversidad, debido a la presencia de materia orgánica generado por restos de plantas, animales y presencia de resto de basura cercana del lugar. Los índices bióticos BMWP/Col y ASPT confirman estos resultados, ya que permitió clasificar el agua de ligeramente contaminada a moderadamente contaminada en todas las estaciones de muestreo durante los tres meses de estudio, debido que se registró pocos organismos

sensibles a la contaminación, considerando el segundo índice como una valoración más estable de la tolerancia en general. Lo que indica que el manglar presenta un ecosistema con equilibrio un poco inestable. Por lo expuesto anteriormente se acepta la hipótesis de que el agua del manglar se encuentra moderadamente contaminada.

La correlación de los parámetros físicos químicos indicó que el oxígeno disuelto es una de las variables más importantes para mantener la diversidad y abundancia de macroinvertebrados. Esto se pudo ver reflejado en la segunda, junto a la tercera estación, donde se registraron mejores niveles oxígeno, siendo los sitios con mayor cantidad de individuos. Mientras tanto, el pH y la conductividad presentaron un efecto poco notable en la composición de los individuos. Sin embargo, la temperatura y salinidad presentaron un efecto limitante, reduciendo la presencia de familias sensibles a estos dos parámetros. Esto se evidenció en la primera estación, al ser parte de la desembocadura del manglar, donde se registró abundancia de individuos de las familias *Culicidae* y *Chironomidae*, el cual las son altamente tolerante a la contaminación prefiriendo zonas con materia orgánica.

11. RECOMENDACIONES

Realizar monitoreos continuos que abarquen temporadas húmeda y seca para poder comparar los cambios de la calidad del agua en el manglar. Esta acción identificará fluctuaciones en los parámetros físicos químicos del agua, debido a los cambios estacionales, lo que brindará una perspectiva más integral del estado del ecosistema acuático, ayudando a identificar alteraciones en las condiciones del medio ambiente.

Implementar una vigilancia más regular para identificar las alteraciones tempranas en el ecosistema acuático, lo que ayudara a establecer estrategias de conservación más eficaces para seguir protegiendo este ecosistema y no descuidarlo.

Realizar pruebas de nitrito, nitrato y otros parámetros químicos que puedan identificar el tipo de problema o posible fuente de contaminación que puede estar afectando al manglar, ya sea por desecho biológico o fertilizantes que pueden causar crecimiento excesivo de algas.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Alomoto, G. (2023). *Caracterización de Macroinvertebrados Acuáticos a lo Largo de un Gradiente Altitudinal en el Parque Nacional Antisana*. Obtenido de Repositorio Digital UCE:
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/31b4e3bb-7386-43fd-a32a-b79bfafec833>
- Andino, P., Guevara, E., Espinosa, R. E., & Santander, T. (2017). *Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos*. Obtenido de Ministerio del Ambiente, Aves y Conservación y OCP Ecuador.:
https://avesconservacion.org/wp-content/uploads/2021/11/4-Cartilla_Identificacion_Macroinvertebrados_2017.pdf
- Arango, M. C., Fernanda Álvarez, L., Arango, G., Torres, O., & Monsalve, A. (2008). *Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia*. Obtenido de Revista EIA:
<https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/203>
- Arroyo, C., & Encalada, A. (2009). *Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano*. Obtenido de ACI Avances En Ciencias E Ingenierías: <https://doi.org/10.18272/aci.v1i1.4>
- Baldeón, M. M. (2024). *Estudio de calidad de agua en el río Bulu-Bulu, parroquia*

Pedro. J. Montero, Mediante la identificación de macroinvertebrados bentónicos. Obtenido de Repositorio Upse: <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eca61f03-ff9e-4368-b8b0-814e6873255e/content>

Bartram, J., & I, R. (1996). *Water quality monitoring: A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes.* Obtenido de World Health Organization, United Nations Environment Programme: <https://www.who.int/publications/i/item/0419217304>

BCN. (2016). *Calidad del Agua* . Obtenido de Biblioteca de Congreso Nacional de Chile: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20de%20Agua%20Final.pdf>

Campo, M. R., & Tamay Heras, A. (2022). “*Determinación del índice de calidad de agua mediante el monitoreo de macro invertebrados, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el río Sinincay, Cuenca - Ecuador.* Obtenido de UPS-Universidad Politécnica Salesiana : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21888/1/UPS-CT009573.pdf>

Cárdenas, M. (2017). *The community structure of benthic macroinvertebrates in the inner branches of Estero Salado estuary and Guayas river in Ecuador.* Obtenido de Heriot Watt University: <https://www.ros.hw.ac.uk/items/46f18981-637c-4967-a017-b267b3173656>

- Cruz, K. D. (2024). *Análisis temporal de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en el río Atravezado. comuna Libertador bolívar - provincia de Santa elena.* Obtenido de Repositorio UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6ce2072f-11dc-437e-9c01-df8fa5ccf6d3/content>
- Daza, F., & Mora, C. (2016). *Evaluación de la calidad de agua de la quebrada el Salitre, utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para la gestión integral del recurso hídrico.* Obtenido de Universidad Santos Tomas: <https://repository.usta.edu.co/items/397ff539-a038-48ec-b76f-2a985cdb551c>
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2001). *Guía para la determinación de los ártropodos bentónicos sudamericanos.* Retrieved from Investigaciones de la UNT", de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán: <http://eprints.uanl.mx/7255/1/1080259443.pdf>
- De La Lanza, G., Hernández, S., & Carvajal, J. (2011). *Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores).* Obtenido de Scrib: <https://es.scribd.com/document/443928967/Organismos-indicadores-de-la-calidad-del-agua-y-de-Pg-5-135-pdf>
- Díaz, J. (2011). *Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo.* Obtenido de Revista Ximhai: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46121063005.pdf>

- Figuerola, R., Valdovinos, C., Araya, E., & Parra, O. (2003). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores*. Obtenido de Revista Scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2003000200012&script=sci_arttext
- Flores, C., Del Angel, E., Frias, D., & Gómez, A. (2018). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México*. Obtenido de Revista Scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222018000200039
- GADPO. (2018). *Manual de monitoreo comunitario de la calidad del agua con bioindicadores*. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana: <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2018/04/BIO.pdf>
- Gamarra, Y., Restrepo, R., & Cajigas, Á. (2012). *Guía de campo sobre los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Menzuly en Santander, Colombia*. Obtenido de Guía de Macroinvertebrados: <https://es.scribd.com/doc/219707081/Guia-de-Macroinvertebrados>
- Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental*. Obtenido de Scielo: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000200001

Giacometti, J., & Bersosa, F. (2006). *Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi*. Obtenido de Boletín Técnico, Serie Zoológica: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1394>

Gidahatari. (2016). *Cuestiones acerca de la Distribución de Salinidad en Manglares / Estuarios*. Obtenido de Gestion sostenible del agua: <https://gidahatari.com/ih-es/cuestiones-acerca-de-la-distribucion-de-salinidad-en-manglares-estuarios>

Gonzabay, A., & Reyes, A. (2023). *Macroinvertebrados como Bioindicadores de la calidad estado biológico de las aguas del río de San Vicente de Loja, Olón*. Obtenido de Repositorio UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9646>

Gonzales, C. P., & Maestre, J. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Obtenido de Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología: <https://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/M%C3%A9todos-de-Colecta-identificaci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-comunidades-biol%C3%B3gicas.compressed.pdf>

Guarderas, P. A., Guevara, E., Espinoza, R. E., & Santander, T. (2017). *Cartilla de*.

Obtenido de Ministerio del ambiente del Ecuador:
https://avesconservacion.org/wp-content/uploads/2021/11/4-Cartilla_Identificacion_Macroinvertebrados_2017.pdf

Guerrero, N., Bazurto , F., Manrique , K., & Pillasagua, J. (2023). *Cambios en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados al uso de suelo en el Cantón La Maná, Ecuador*. Retrieved from Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura “YAKU”: <https://doi.org/10.56124/yaku.v6i11.538>

Gutiérrez-Yurrita, P. J., & Morales Ortiz, J. A. (2002). *Distribución, propagación, caracterización del hábitat y conservación de especies de cangrejos de río de agua dulce (Cambaridae) en Querétaro, Centro de México*. Obtenido de researchgate: research

Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001

Herrera, J., Navarro Sining , B., Torres Cervera, K., Martínez García , N., Royero Ibarra, A., & Cahuana Mojica, A. (2022). *Determinación de los índices bmwp/col, (qbr), (ihf) e ico en Valledupar, Colombia*. Obtenido de Politecnico Colombiano: <https://redalyc.org/journal/6078/607870799009/html/>

Hilaño, P. (2022). *Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados*

bentónicos en la cuenca del río Kushapukos en el cantón Tiwintza, provincia de Morona Santiago 2022. Obtenido de Repositorio UPSE:
<https://repositorio.upse.edu.ec/items/2a82deec-81cd-43c1-b285-d452a3905e49>

INOCAR. (2024). *Tabla de mareas puertos del Ecuador.* Obtenido de
<https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas>

Jara, C. (2002). *Evaluación de la existencia de insectos bioindicadores de la calidad del agua en zonas ritrónicas y potámicas de tres ríos de la zona semiárida de Chile. Memoria de título entregada a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, para optar al Título Profesional de Biología mención en Medio Ambiente, 30.*

Larrea, E. (2022). *Olón un esoacio de confort en la costa de Ecuador.* Obtenido de Entorno turístico: <https://www.entornoturistico.com/olon-un-espacio-de-naturaleza-y-confort-en-la-costa-del-ecuador/>

Larrea, J., Romeo, B., Lugo, D., & Rojas , M. (2022). *Aspectos fundamentales del monitoreo de calidad de las aguas: el río almendares como caso de estudio.* Obtenido de Revista CENIC:
<http://redalyc.org/journal/1812/181271968004/html/>

Laws, E. (1994). *Aquatic Pollution: An Introductory Text (Second Edition).* Obtenido de Journal of Environmental Quality:
<https://doi.org/10.2134/jeq1994.00472425002300050042x>

- Leaño, J., & Pérez, D. (2020). *Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Río Trancas, Municipio de Entre Ríos -Tarija*. Obtenido de Universidad Católica Boliviana San Pablo: <https://bibvirtual.ucb.edu.bo/acta-nova/index.php/a/article/view/65/57>
- López, A. E., & Reyes Muñoz, A. I. (2023). *Macroinvertebrados como bioindicadores del estado biológico de las aguas del río de San Vicente de Loja, Olón*. Obtenido de Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9646>
- MAE, & FAO. (2014). *Árboles y arbustos de los Manglares de Ecuador*. Obtenido de FLACSOANDES: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55818.pdf>
- Merino, M. A., Merino Conforme, M., Merino Conforme, M., & Solis Barzola, J. (2020). *Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa - Ecuador*. *RECIMUNDO*, [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.454-467](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.454-467).
- Mora, J. (2018). *Uso de Macroinvertebrados como método de evaluación de la calidad del agua del río Sálima*. Obtenido de Repositorio PUCE: <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/18d42144-42d8-4c36-b8a3-c0cad7779160/content>
- Mora, M., & Tamay, A. (2022). *Determinación del índice de la calidad de agua mediante monitoreo de macroinvertebrados, parámetros físicoquímicos y*

- microbiológicos en el río Sinicay, Cuenca-Ecuador*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21888>
- Morán, L. (2023). *Atractivos de Olón*. Obtenido de Flourish: <https://public.flourish.studio/visualisation/16121687/>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Obtenido de M&T–Manuales y Tesis SEA: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- ODS, A. (2023). *¿Qué es un manglar y para qué sirve?* Obtenido de AQUAE Fundación : <https://www.fundacionaquae.org/wiki/los-manglares-que-son-tipos-importancia/>
- ONU. (2006). *Recursos Hidricos*. Obtenido de GreenFacts: <https://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout>
- ONU. (2023). *Una mirada al interior de la belleza y los beneficios de los manglares*. Obtenido de ONU Programa Para El Medio Ambiente : <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/una-mirada-al-interior-de-la-belleza-y-los-beneficios-de-los>
- Orrala, P. D. (2024). *Estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces del *Rhizophora mangle* rojo en el manglar de la comuna Manglaralto, provincia de Santa Elena*. Obtenido de Repositorio Upse: <https://repositorio.upse.edu.ec/items/031b6f59-0c71-4b96-8149->

9207ee590e3b

Parrales, R. (2020). *Estudio de la calidad de agua mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos en el Río San Sarlos, Jipijapa*. Retrieved from Repositorio Digital UNESUM:

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2773/1/PARRALES%20LOOR%20RONALD%20DANIEL.pdf>

Palou, J. (2000). *Libro blanco del agua en España*. Obtenido de Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX: Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX

Peña, S., Bohórquez, H., Barrera, A., Salamanca, S., Jiménez, D., & Botello, W. (2019). *Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en la quebrada La Calabozza (Yopal, Casanare)*. Obtenido de Entre Ciencia e Ingeniería:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672019000100014#aff6

Pérez, A., Salazar, N., Aguirre, F., Font, M., Zamora, E., Córdova, A., & Acosta, K. (2016). *Guía de macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana*. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana de Orellana : <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/02/Guia-de-Macroinvertebrados-Bentonicos-de-la-provincia-de-Orellana-ESF-Baja-Calidad.pdf.pdf>

- Perez, G. R. (2012). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Obtenido de Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca:
<https://ianas.org/wp-content/uploads/2020/07/wbp12.pdf>
- Pernia, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). *Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador*. Obtenido de Researchgate:
https://www.researchgate.net/publication/337424161_IMPACTOS_DE_LA_CONTAMINACION_SOBRE_LOS_MANGLARES_DE_ECUADOR
- Pla, L. (2006). *Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza*. Obtenido de Scielo:
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). *Los macroinvertebrados como Indicadores de la calidad de las aguas*. Obtenido de Fundación Miguel Lillo:
<https://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf>
- Ramírez, A., & Gutiérrez, P. (2014). *Estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en América Latina: Avances recientes y direcciones futuras*. *Rev. Biol. Trop.*, 62, 9 -20. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/18d42144-42d8-4c36-b8a3-c0cad7779160/content>

- Ramírez, S. A., Reinoso González, W., Calderón Rivera, D., Jaramillo Londoño, Á., & Mesa Fernández, D. (2019). *Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos*. Obtenido de Avances Investigación en Ingeniería: 10.18041/1794-4953/avances.1.5191
- Renke. (2024). *Conductivity in Water*. Obtenido de Renkeer Devolución: <https://www.renkeer.com/conductivity-in-water/>
- Rincón, J., Merchán, D., Rojas, D., Sparer, A., & Zárate, E. (2017). *Moluscos presentes en la Isla del Amor, Provincia de El Oro, Identificación de moluscos en zona de playas y manglar*. Retrieved from Editorial Académica Española: <https://www.eae-publishing.com/catalogue/details/es/978-620-0-32972-1/moluscos-presentes-en-la-isla-del-amor,-provincia-de-el-oro>
- Rodríguez, J. (2009). *Parámetros físicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela*. Obtenido de Revista Pensamiento Actual: <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/2842>
- Rodríguez, K. E., & Ponguillo Gordon, V. M. (2022). *Diversidad de macroinvertebrados asociados al ecosistema refugio de vida silvestre de la parroquia el Morro, Guayas, Ecuador, octubre 2021 – febrero 2022*. Obtenido

de Repositorio UPSE:

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8081/1/UPSE-TBI-2022-0021.pdf>

Roldán. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Obtenido de Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Centro de Investigaciones CIEN.: <https://ianas.org/wp-content/uploads/2020/07/wbp13.pdf>

Roldán, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica*. Obtenido de Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>

Rueda, J., Hernández, R., Tapia, G., & Martínez, F. (1998). *El Río Magro, Parte I: Evaluación de su Calidad Biológica Mediante la Aplicación del BMWP' y del ASPT'*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/236852382>

Sánchez, E. L. (2022). *Olón, un espacio de naturaleza y confort en la costa del Ecuador*. Obtenido de Entorno Turístico : <https://www.entornoturistico.com/olon-un-espacio-de-naturaleza-y-confort-en-la-costa-del-ecuador/>

Sanchez, I. (2015). : *Composición de la Comunidad de Macroinvertebrados a lo largo*

de una Gradiente Longitudinal, Cabecera –Tramo Medio, en el Río Atacames (Esmeraldas, Ecuador. Obtenido de Repositorio PUCE:
<https://repositorio.puce.edu.ec/items/d148a6a5-84b9-4163-8a3b-fa7ff5f05782>

Solís, B. (2021). *Macroinvertebrados del río Súa como bioindicadores de la calidad ambiental a lo largo de su pendiente altitudinal.* Obtenido de Repositorio PUCE: <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dc82a3c3-8a57-4324-81c1-14004a188d69/content>

Vázquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R., & Castro, T. (2006). *Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad de agua.* Obtenido de BioAgua: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Bioindicadores-como-herramientas-para-determinar-la-calidad-del-agua.pdf>

Vivas, S., Cásas, J., Pardo, I., Robles, S., Bonada, N., Mellado, Á., & Moyá, G. (2002). *Aproximación multivariante en la exploración de la tolerancia ambiental de las familias de macroinvertebrados de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED.* Obtenido de <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-21-2-p-149.pdf>

13. ANEXOS

Anexo 1.

Macroinvertebrados identificados en el manglar el Mogote-Olón.


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="378 940 751 968"><i>Figura 15. Género Rheumatobates</i></p>	<p data-bbox="849 751 1068 785">Filo: <i>Artrhopoda</i></p> <p data-bbox="849 795 1040 829">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="849 840 1105 873">Orden: <i>Hemiptera</i></p> <p data-bbox="849 884 1118 917">Familia: <i>Gerridae</i></p> <p data-bbox="849 928 1211 961">Género: <i>Rheumatobates</i></p>
<p data-bbox="313 1228 1354 1423">Descripción morfológica: Insecto de cuerpo, delgado, alargado y de tonalidad oscura con matices amarillo. Las patas son delgadas y largas. En la parte de la cabeza posee ojos compuestos grandes y un rostro corto adaptado para succionar el contenido de sus presas.</p> <p data-bbox="313 1446 1354 1535">Hábitat: Aguas tranquilas o con corrientes suaves como ríos, lagunas y manglares en las que se mantiene sobre la superficie del agua.</p> <p data-bbox="313 1558 1062 1591">Tolerancia: Moderadamente tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="394 842 716 869"><i>Figura 16. Género Mesovelia</i></p>	<p data-bbox="846 558 1068 590">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="854 600 1040 632">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="862 642 1105 674">Orden: <i>Hemiptera</i></p> <p data-bbox="878 684 1170 716">Familia: <i>Mesoveliidae</i></p> <p data-bbox="919 726 1170 758">Género: <i>Mesovelia</i></p>
<p data-bbox="313 1031 1354 1230">Descripción morfológica: Insecto de cuerpo alargado y esbelto con un color verde parduzco a oliváceo. Pueden tener alas o no, según la especie. La cabeza es pequeña a diferencia de su cuerpo, donde presenta ojos compuestos prominentes. Presenta patas delgadas y largas, siendo las dos primeras usadas para sujetar a sus presas.</p> <p data-bbox="313 1241 1354 1314">Hábitat: Aguas con pocas corrientes, dulces o salobres como riachuelos, charcas, y manglares donde se mantiene en la superficie o márgenes del cuerpo de agua.</p> <p data-bbox="313 1325 1057 1356">Tolerancia: Moderadamente tolerante a la contaminación</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="402 827 672 856"><i>Figura 17. Género Culex</i></p>	<p data-bbox="846 579 1052 609">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="854 621 1040 651">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="862 663 1068 693">Orden: <i>Diptera</i></p> <p data-bbox="870 705 1117 735">Familia: <i>Culicidae</i></p> <p data-bbox="878 747 1073 777">Género: <i>Culex</i></p>
<p data-bbox="313 1031 1356 1318">Descripción morfológica: Larva alargada, segmentada y delgada con una coloración translucido. Presenta una cabeza bien definida con antenas cortas, aparato bucal en forma de cepillo usado para filtrar partículas orgánicas y microorganismo. El tórax es más ancho que el abdomen y carece de patas verdaderas, mientras que el abdomen es de forma cilíndrica dividido en varios segmentos. En la parte posterior presenta un sifón respiratorio, que sobresale de la superficie del agua para respirar aire.</p> <p data-bbox="313 1329 1356 1358">Hábitat: Aguas con pocos movimientos como charcas, zanjas y estanques.</p> <p data-bbox="313 1369 987 1398">Tolerancia: Altamente tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="380 827 708 856"><i>Figura 18. Género Microvelia</i></p>	<p data-bbox="846 579 1068 609">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="870 621 1057 651">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="894 663 1138 693">Orden: <i>Hemiptera</i></p> <p data-bbox="935 705 1166 735">Familia: <i>Veliidae</i></p> <p data-bbox="959 747 1219 777">Género: <i>Microvelia</i></p>
<p data-bbox="313 1052 1354 1213">Descripción morfológica: Insecto de cuerpo ovalado y color de marrón oscuro a negro. Presenta alas cortas o desarrolladas, según la etapa en la que se encuentre. La cabeza es pequeña con ojos compuestos grandes. Las patas son delgadas y largas cubiertas de pelos hidrofóbicos que evitan su hundimiento.</p> <p data-bbox="313 1224 1354 1297">Hábitat: Aguas con pocos movimientos como como bordes de ríos, charcas, lagunas y manglares.</p> <p data-bbox="313 1308 1016 1337">Tolerancia: Ligeramente tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="370 835 717 865"><i>Figura 19. Género Trichocorixa</i></p>	<p data-bbox="847 577 1068 611">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="857 619 1040 653">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="863 661 1105 695">Orden: <i>Hemiptera</i></p> <p data-bbox="873 703 1122 737">Familia: <i>Corixidae</i></p> <p data-bbox="880 745 1166 779">Género: <i>Trichocorixa</i></p>
<p data-bbox="311 1031 1357 1274">Descripción morfológica: Insecto con cuerpo ovalado y aplano dorsalmente. Presenta una coloración gris pardo con manchas, con una cabeza ancha, ojos compuestos grandes y rostro corto. Las alas son membranosas que cubren todo el abdomen. Las patas traseras son largas y están adaptadas para nadar, mientras que las patas delanteras son más cortas, teniendo forma de pala adaptadas para sujetar su alimento.</p> <p data-bbox="311 1283 1357 1358">Hábitat: Aguas tranquilas y pocas corrientes como como bordes de ríos, charcas, lagunas y manglares, manteniéndose mayormente en el fondo.</p> <p data-bbox="311 1367 1008 1400">Tolerancia: ligeramente tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="375 768 740 800"><i>Figura 20. Familia Chironomidae</i></p>	<p data-bbox="846 600 1068 632">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="854 642 1040 674">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="862 684 1068 716">Orden: <i>Diptera</i></p> <p data-bbox="878 726 1187 758">Familia: <i>Chironomidae</i></p>
<p data-bbox="313 1052 1354 1251">Descripción morfológica: Larvas con cuerpo segmentado, alargado y cilíndrica, cabeza bien desarrollada con piezas bucales adaptadas para filtrar materia orgánica. No presentan patas, pero en la parte del tórax tienen pseudópodos y un par de pseudopatas anales en el extremo posterior. Su coloración es rojo intenso debido a la presencia de hemoglobina.</p> <p data-bbox="313 1262 1354 1335">Hábitat: Fondos fangosos, ríos, lagunas y manglares, generalmente en zonas con materia orgánica.</p> <p data-bbox="313 1346 1003 1377">Tolerancia: Altamente tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="435 730 711 762"><i>Figura 21. Género Tipula</i></p>	<p data-bbox="862 579 1081 611">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="870 621 1052 653">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="886 663 1089 695">Orden: <i>Díptera</i></p> <p data-bbox="906 705 1154 737">Familia: <i>Tipulidae</i></p> <p data-bbox="930 747 1133 779">Género: <i>Tipula</i></p>
<p data-bbox="313 1073 1367 1234">Descripción morfológica: Larvas con cuerpo segmentado, cilíndrico y alargado. Posee una cutícula de color marrón o gris, ligeramente rugosa. La cabeza es pequeña retráctil, mientras que en el extremo posterior tiene un disco anal con lóbulos y espiráculos respiratorios.</p> <p data-bbox="313 1245 1367 1318">Hábitat: Suelos húmedos, fondos fangosos, de ríos, lagunas, manglares y en vegetación sumergida.</p> <p data-bbox="313 1329 857 1360">Tolerancia: Tolerante a la contaminación.</p>	

Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="404 810 727 842"><i>Figura 22. Género Stratiomys</i></p>	<p data-bbox="846 625 1068 657">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="854 667 1040 699">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="870 709 1078 741">Orden: <i>Diptera</i></p> <p data-bbox="878 751 1182 783">Familia: <i>Stratiomyidae</i></p> <p data-bbox="924 793 1182 825">Género: <i>Stratiomys</i></p>
<p data-bbox="313 1119 1352 1318">Descripción morfológica: Larvas con cuerpo segmentado, ovalado y aplanado. Posee una cutícula endurecida, de color marrón o negro, con aspecto algo brillante. No presentan patas, pero tienen una cintura corporal segmentada y bandas transversales que les da un aspecto anillado. La cabeza es retráctil y pequeña. En extremo posterior tiene una terminación tubular con espiráculos respiratorios.</p> <p data-bbox="313 1329 1352 1402">Hábitat: Fondos fangosos, borde de ríos, manglares y zonas con acumulación de materia orgánica.</p> <p data-bbox="313 1413 870 1444">Tolerancia: Tolerantes a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="418 884 716 915"><i>Figura 23. Género Saldula</i></p>	<p data-bbox="846 646 1068 678">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="862 688 1049 720">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="878 730 1125 762">Orden: <i>Hemiptera</i></p> <p data-bbox="902 772 1138 804">Familia: <i>Saldidae</i></p> <p data-bbox="935 814 1154 846">Género: <i>Saldula</i></p>
<p data-bbox="313 1098 1352 1297">Descripción morfológica: Insecto con un cuerpo ovalado, ligeramente aplanado, con una coloración oscura a marrón y manchas claras que les permite camuflarse sobre el sustrato. La cabeza es ancha con ojos compuestos prominentes y antenas delgadas. Posee alas que cubren parcialmente el abdomen. Las patas son delgadas y largas adaptadas para moverse sobre superficies húmedas o fangosas.</p> <p data-bbox="313 1308 1352 1381">Hábitat: En zonas como ríos, esteros, manglares y charcas, sobre piedras o sedimentos.</p> <p data-bbox="313 1392 1016 1423">Tolerancia: Ligeramente tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="386 867 691 898"><i>Figura 24. Género Gryaulus</i></p>	<p data-bbox="846 646 1040 678">Filo: <i>Mollusca</i></p> <p data-bbox="854 688 1101 720">Clase: <i>Gastropoda</i></p> <p data-bbox="870 730 1118 762">Orden: <i>Pulmonata</i></p> <p data-bbox="886 772 1162 804">Familia: <i>Panorbidae</i></p> <p data-bbox="924 814 1162 846">Género: <i>Gyraulus</i></p>
<p data-bbox="313 1161 1352 1276">Descripción morfológica: Concha pequeña espiral, plana y discoidal, con borde redondeado. El ombligo es ancho y poco profundo en un lado. La coloración varía entre tonos amarillentos o pardos, con una textura fina y translúcida.</p> <p data-bbox="313 1287 1352 1360">Hábitat: Aguas tranquilas o de poca corriente, como lagunas, manglares y borde de ríos, donde se adhiere a vegetación acuática o piedras.</p> <p data-bbox="313 1371 857 1402">Tolerancia: Tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="418 804 721 835"><i>Figura 25. Género Tabanus</i></p>	<p data-bbox="846 625 1068 657">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="862 667 1049 699">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="878 709 1084 741">Orden: <i>Diptera</i></p> <p data-bbox="894 751 1154 783">Familia: <i>Tabanidae</i></p> <p data-bbox="935 793 1162 825">Género: <i>Tabanus</i></p>
<p data-bbox="313 1140 1356 1339">Descripción morfológica: Larvas de cuerpo alargado, cilíndrico y segmentado, con una cutícula lisa y gruesa. Su color es entre blanco y amarillo, con bandas oscuras en los segmentos. En su extremo posterior presenta un sifón traqueal usado para respirar bajo el agua, no tienen patas, pero presenta pseudópodos alrededor de los segmentos que les ayudan a desplazarse.</p> <p data-bbox="313 1350 1356 1381">Hábitat: Borde de ríos, charcas y sedimentos, donde encuentran materia orgánica.</p> <p data-bbox="313 1392 1062 1423">Tolerancia: Moderadamente tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="357 777 763 808"><i>Figura 26. Familia Ceratopogonidae</i></p>	<p data-bbox="844 661 1071 703">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="844 703 1039 745">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="844 745 1088 787">Orden: <i>Diptera</i></p> <p data-bbox="844 787 1226 829">Familia: <i>Ceratopogonidae</i></p>
<p data-bbox="308 1092 1356 1291">Descripción morfológica y ecológica: Larvas pequeñas y delgadas. Presenta una cutícula, que puede ser blanca o translúcida y a veces amarillentas. La cabeza es bien definida y esclerosada, mientras que en la parte posterior puede tener espiráculos respiratorios o dependiendo de la especie, ya que, algunos respiran a través de la piel.</p> <p data-bbox="308 1302 1356 1375">Hábitat: Borde de ríos, lagunas y manglares, sobre el sedimento o materia orgánica en descomposición.</p> <p data-bbox="308 1386 868 1417">Tolerancia: Tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="407 835 711 863"><i>Figura 27. Género Anotylus</i></p>	<p data-bbox="846 646 1068 674">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="862 688 1047 716">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="878 730 1133 758">Orden: <i>Coleóptera</i></p> <p data-bbox="902 772 1203 800">Familia: <i>Staphylinidae</i></p> <p data-bbox="967 814 1203 842">Género: <i>Anotylus</i></p>
<p data-bbox="313 1119 1357 1360">Descripción morfológica: Insecto con cuerpo brillante, estrecho y ligeramente curvado, con una coloración pardo a negro. La cabeza es ancha generalmente igual que el pronoto, mandíbulas visibles, robustas, con ojos bien desarrollados y antenas filiformes de varios segmentos. Pronoto más ancho que largo con bordes laterales curvados. Las alas anteriores son cortas, que dejan expuesto varios segmentos abdominales y las patas son delgadas adaptadas para cavar.</p> <p data-bbox="313 1375 1149 1402">Hábitat: Zonas húmedas, arroyos, márgenes de ríos y manglares.</p> <p data-bbox="313 1417 1063 1444">Tolerancia: Moderadamente tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="386 840 722 871"><i>Figura 28. Género Melanoides</i></p>	<p data-bbox="846 646 1039 678">Filo: <i>Mollusca</i></p> <p data-bbox="862 688 1109 720">Clase: <i>Gastropoda</i></p> <p data-bbox="878 730 1198 762">Orden: <i>Neotaenioglossa</i></p> <p data-bbox="894 772 1144 804">Familia: <i>Thiaridae</i></p> <p data-bbox="911 814 1179 846">Género: <i>Melanoides</i></p>
<p data-bbox="313 1161 1352 1276">Descripción morfológica: Molusco de concha cónica y alargado, de coloración marrón oscuro o claro con surcos y manchas en tonos rojizo. Opérculo bien desarrollado que le permite cerrar la abertura de la concha.</p> <p data-bbox="313 1287 1157 1318">Hábitat: Fondos fangosos o arenosos de ríos, lagunas, manglares.</p> <p data-bbox="313 1329 857 1360">Tolerancia: Tolerante a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="391 856 695 884"><i>Figura 29. Género Nanomis</i></p>	<p data-bbox="849 646 1065 674">Filo: <i>Arthtopoda</i></p> <p data-bbox="857 688 1040 716">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="873 730 1138 758">Orden: <i>Ephemeroptera</i></p> <p data-bbox="919 772 1154 800">Familia: <i>Baetidae</i></p> <p data-bbox="959 814 1195 842">Género: <i>Nanomis</i></p>
<p data-bbox="313 1119 1352 1318">Descripción morfológica: Ninfa de cuerpo alargado, delgado y flexible, cabeza bien desarrollada, antenas largas y filiformes. El tórax presenta tres pares de patas delgadas con uñas terminales. El abdomen se encuentra segmentado y presenta branquias ovaladas laminadas, usadas para respirar. En la parte posterior tiene tres cercos y su coloración varía entre pardo claro a amarillento.</p> <p data-bbox="313 1333 1352 1402">Hábitat: Habita en aguas con pocas corrientes como ríos, lagunas y manglares, sobre vegetación sumergida o piedras.</p> <p data-bbox="313 1417 1036 1444">Tolerancia: Ligeramente tolerancia a la contaminación.</p>	


Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="391 873 727 905"><i>Figura 30.Familia Libellulidae</i></p>	<p data-bbox="846 667 1068 699">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="854 709 1040 741">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="878 751 1097 783">Orden: <i>Odonata</i></p> <p data-bbox="902 793 1182 825">Familia: <i>Libellulidae</i></p>
<p data-bbox="313 1140 1352 1339">Descripción morfológica: Ninfas de cuerpos robustos, con una coloración marrón o verdoso. La cabeza es grande, con ojos compuestos bien desarrollado, pares de antenas cortas y una máscara labial adaptada para capturar sus presas. El tórax es ancho, con tres pares de patas espinosas, abdomen corto y ancho sin branquias externas visible.</p> <p data-bbox="313 1350 1344 1381">Hábitat: Aguas con pocas corrientes, como lagunas, manglares y bordes de ríos.</p> <p data-bbox="313 1392 1016 1423">Tolerancia: Ligeramente tolerante a la contaminación.</p>	



Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="375 842 764 869"><i>Figura 31. Familia Coenagrionidae</i></p>	<p data-bbox="846 667 1068 701">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="862 709 1049 743">Clase: <i>Insecta</i></p> <p data-bbox="886 751 1105 785">Orden: <i>Odonata</i></p> <p data-bbox="911 793 1243 827">Familia: <i>Coenagrionidae</i></p>
<p data-bbox="313 1119 1356 1362">Descripción morfológica y ecológica: Ninfas de cuerpos de cuerpo delgado y alargado, con una coloración puede ser marrón o amarillenta. La cabeza es ancha, con ojos compuestos prominentes, antenas cortas y una máscara labial especializada para capturar sus presas. El abdomen es largo y cilíndrico, en su extremo posterior tiene tres branquias laminares usadas para la respiración y natación.</p> <p data-bbox="313 1371 1344 1404">Hábitat: Aguas con pocas corrientes, como lagunas, manglares y bordes de ríos.</p> <p data-bbox="313 1413 1016 1446">Tolerancia: Ligeramente tolerante a la contaminación.</p>	

Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="418 884 716 911"><i>Figura 32. Género Hyalella</i></p>	<p data-bbox="846 632 1068 659">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="862 669 1133 697">Clase: <i>Malacostraca</i></p> <p data-bbox="878 707 1133 735">Orden: <i>Amphipoda</i></p> <p data-bbox="894 745 1166 772">Familia: <i>Hyaellidae</i></p> <p data-bbox="938 783 1170 810">Género: <i>Hyalella</i></p>
<p data-bbox="313 1119 1325 1318">Descripción morfológica y ecológica: Anfípodo de cuerpo alargado, comprimido lateralmente y segmentado. Posee dos pares de antena siendo el primero más cortos y el segundo más largo. Cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen con siete pares de patas torácicas adaptadas para la natación. Presenta coloración translúcida o pardo claro que le permite camuflarse en su entorno.</p> <p data-bbox="313 1329 1352 1402">Hábitat: Aguas tranquilas como lagunas, ríos y manglares, sobre vegetación acuática detritos y sedimento orgánico.</p> <p data-bbox="313 1413 1068 1440">Tolerancia: Moderadamente tolerante a la contaminación.</p>	

Imagen	Taxonomía
 <p data-bbox="391 800 776 831">Figura 33. Género <i>Macrobrachium</i></p>	<p data-bbox="846 537 1068 569">Filo: <i>Arthropoda</i></p> <p data-bbox="854 579 1125 611">Clase: <i>Malacostraca</i></p> <p data-bbox="870 621 1110 653">Orden: <i>Decapoda</i></p> <p data-bbox="878 663 1187 695">Familia: <i>Palaemonidae</i></p> <p data-bbox="894 705 1222 737">Género: <i>Macrobrachium</i></p>
<p data-bbox="313 888 1354 1129">Descripción morfológica: Crustáceo con cuerpo segmentado y alargado. Presenta caparazón liso y translucido, con un rostrum alargado, ligeramente curvado hacia arriba. Posee cinco pares de pata torácicas (pereiópodos) siendo el segundo par más desarrollado que termina en pinzas. Los ojos son compuestos, bien desarrollados y situados sobre pedúnculos móviles. El abdomen es flexible y termina en abanico caudal que facilita nadar hacia atrás.</p> <p data-bbox="313 1140 911 1171">Hábitat: Aguas de estuarios, ríos y manglares.</p> <p data-bbox="313 1182 1354 1255">Tolerancia: ligeramente tolerante a la contaminación, aunque su abundancia disminuye en ambientes bajo en oxígeno.</p>	

Anexo 2.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Prueba de normalidad	Abundancia	Shannon (H')	Simpson (1-D)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad	O.D. (mg/L)	Conductividad ad (µS/cm)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0.9438	0.9095	0.9998	0.9643	0.964	0.8377	0.7998	1
p(normal)	0.5427	0.4163	0.9717	0.6369	0.637	0.2081	0.1139	0.9867

Anexo 3.

Puntuación de familias de macroinvertebrados por estación encontrados en el mes de agosto.

Familias	Puntuación BMWP/COL-Mes agosto		
	E1	E2	E3
<i>Coenagrionidae</i>	-	7	7
<i>Chironomidae</i>	2	2	2
<i>Culicidae</i>	2	2	2
<i>Tabanidae</i>	-	5	5
<i>Stratiomyidae</i>	4	-	4
<i>Veliidae</i>	8	8	8
<i>Mesoveliidae</i>	5	5	5
<i>Gerridae</i>	8	8	8
<i>Saldidae</i>	-	-	8
<i>Staphylinidae</i>	6	6	6
<i>Betidae</i>	7	7	7
<i>Haylellidae</i>	7	7	7
<i>Palaemonidae</i>	8	8	8
<i>Planorbiidae</i>	5	-	5
<i>Thiaridae</i>	5	5	-
Total	67	70	82

Anexo 4.

Puntuación de familias de macroinvertebrados por estación encontrados en el mes de septiembre.

Familias	Puntuación BMWP/COL-Mes Septiembre		
	E1	E2	E3
<i>Coenagrionidae</i>	-	7	7
<i>Chironomidae</i>	2	2	2
<i>Culicidae</i>	2	2	2
<i>Stratiomyidae</i>	4	4	4
<i>Ceratopogonidae</i>	3	3	-
<i>Veliidae</i>	-	8	8
<i>Mesoveliidae</i>	5	5	5
<i>Gerridae</i>	8	8	8
<i>Saldidae</i>	-	8	8
<i>Staphylinidae</i>	6	6	6
<i>Betidae</i>	7	7	7
<i>Planorbiidae</i>	5	5	5
<i>Thiaridae</i>	5	5	5
<i>Hyaellidea</i>	7	7	7
<i>Palaemonidae</i>	8	8	8
Total	62	85	82

Anexo 5.

Puntuación de familias de macroinvertebrados por estación encontrados en el mes de octubre.

Familias	Puntuación BMWP/COL-Mes octubre		
	E1	E2	E3
<i>Coenagrionidae</i>	7	7	7
<i>Libellulidae</i>	6	6	6
<i>Chironomidae</i>	2	2	2
<i>Culicidae</i>	2	2	2
<i>Stratiomyidae</i>	-	4	-
<i>Ceratopogonidae</i>	3	-	-
<i>Tupilidae</i>	-	3	-
<i>Veliidae</i>	-	8	8
<i>Mesoveliidae</i>	5	5	5
<i>Gerridae</i>	8	8	8
<i>Saldidae</i>	-	-	8
<i>Corixidae</i>	-	7	7
<i>Staphylinidae</i>	-	6	-
<i>Betidae</i>	7	7	7
<i>Planorbiidae</i>	5	5	5
<i>Thiaridae</i>	5	5	5
<i>Hyaellidea</i>	7	7	7
<i>Palaemonidae</i>	8	8	8
Total	65	90	85

Anexo 6.

Individuos registrados en el primero muestreo.

Muestreo 07/08/2025								
Orden	Familia	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Total de indiv
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Díptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2	0	2	0	0	0	4
<i>Díptera</i>	<i>Culicidae</i>	4	6	7	4	1	1	23
<i>Hemíptera</i>	<i>Veliidae</i>	1	0	4	2	2	3	12
<i>Hemíptera</i>	<i>Mesoveliidae</i>	0	3	5	2	5	4	19
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	1	0	0	0	0	1
<i>Hemíptera</i>	<i>Gerridae</i>	7	8	10	12	8	5	50
<i>Pulmonata</i>	<i>Planorbidae</i>	0	1	0	0	1	2	4
<i>Coleóptera</i>	<i>Staphylinidae</i>	2	1	0	3	0	1	7
<i>Díptera</i>	<i>Tabanidae</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	0	0	0	3	5	7	15
<i>Neotaenioglossa</i>	<i>Thiaridae</i>	2	0	0	0	0	0	2
<i>Díptera</i>	<i>Stratiomyidae</i>	0	0	0	0	2	0	2
<i>Decápoda</i>	<i>Palaemonidae</i>	0	6	8	6	7	8	35
Total		18	26	36	33	32	31	176

Anexo 7.

Individuos registrados en el segundo muestreo.

Muestreo 22/08/2025								
Orden	Familia	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Total de indiv
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	0	0	1	0	0	1	2
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	1	2	1	1	2	0	7
<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	5	7	4	4	0	0	20
<i>Hemiptera</i>	<i>Veliidae</i>	0	0	1	2	3	4	10
<i>Hemiptera</i>	<i>Mesoveliidae</i>	0	2	6	8	6	4	26
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	0	2	1	2	3	8
<i>Hemiptera</i>	<i>Gerridae</i>	8	9	9	11	7	9	53
<i>Pulmonata</i>	<i>Planorbidae</i>	1	0	0	0	0	3	4
<i>Coleóptera</i>	<i>Staphylinidae</i>	0	1	0	1	3	0	5
<i>Diptera</i>	<i>Tabanidae</i>	0	0	2	1	0	1	4
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	0	3	0	2	2	3	10
<i>Neotaenioglossa</i>	<i>Thiaridae</i>	2	0	2	1	0	0	5
<i>Diptera</i>	<i>Stratiomyidae</i>	1	1	0	0	0	1	3
<i>Hemiptera</i>	<i>Saldidae</i>	0	0	0	0	2	3	5
<i>Decápoda</i>	<i>Palaemonidae</i>	5	5	4	8	6	7	35
Total		23	30	32	40	33	39	197

Anexo 8.

Individuos registrados en el tercer muestreo.

Muestreo 06/09/2025								
Orden	Familia	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Total de indiv
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	0	0	0	1	1	0	2
<i>Díptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2	1	1	2	2	0	8
<i>Díptera</i>	<i>Culicidae</i>	8	8	4	8	5	4	37
<i>Díptera</i>	<i>Stratiomyidae</i>	2	0	0	0	0	1	3
<i>Díptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	1	0	1	1	0	0	3
<i>Hemíptera</i>	<i>Veliidae</i>	0	0	3	2	3	5	13
<i>Hemíptera</i>	<i>Mesoveliidae</i>	5	8	9	12	9	8	51
<i>Hemíptera</i>	<i>Gerridae</i>	6	9	12	16	8	10	61
<i>Hemíptera</i>	<i>Saldidae</i>	0	0	0	0	1	2	3
<i>Coleóptera</i>	<i>Staphylinidae</i>	0	0	1	0	0	2	3
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	0	1	1	2	1	5
<i>Pulmonata</i>	<i>Planorbidae</i>	1	1	0	0	2	0	4
<i>Neotaenioglossa</i>	<i>Thiaridae</i>	0	2	0	0	1	0	3
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	5	3	4	5	8	9	34
<i>Decápoda</i>	<i>Palaemonidae</i>	5	6	9	9	7	8	44
Total		35	38	45	57	49	50	274

Anexo 9.

Individuos registrados en el cuarto muestreo.

Muestreo 21/09/2025								
Orden	Familia	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Total de indiv
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	0	0	0	1	2	1	4
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2	1	2	1	2	3	11
<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	7	10	8	9	6	4	44
<i>Diptera</i>	<i>Stratiomyidae</i>	0	0	0	1	1	0	2
<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	2	0	0	1	0	0	3
<i>Hemiptera</i>	<i>Veliidae</i>	0	0	3	2	4	3	12
<i>Hemiptera</i>	<i>Mesoveliidae</i>	3	7	9	13	7	6	45
<i>Hemiptera</i>	<i>Gerridae</i>	9	10	16	12	14	10	71
<i>Hemiptera</i>	<i>Saldidae</i>	0	0	0	2	0	1	3
<i>Coleóptera</i>	<i>Staphylinidae</i>	0	1	2	0	0	2	5
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	2	1	0	2	1	6
<i>Pulmonata</i>	<i>Planorbidae</i>	1	1	2	0	1	2	7
<i>Neotaenioglossa</i>	<i>Thiaridae</i>	0	1	0	2	1	0	4
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	4	2	3	7	7	6	29
<i>Decápoda</i>	<i>Palaemonidae</i>	6	5	8	9	10	11	49
Total		34	40	54	60	57	50	295

Anexo 10.

Individuos registrados en el quinto muestreo.

Muestreo 06/10/2025								
Orden	Familia	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Total de indiv
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	0	1	0	0	1	0	2
Díptera	<i>Chironomidae</i>	3	2	2	3	3	2	15
Díptera	<i>Culicidae</i>	8	7	8	5	6	5	39
Díptera	<i>Stratiomyidae</i>	0	0	1	0	0	0	1
Hemíptera	<i>Veliidae</i>	0	0	0	2	0	2	4
Hemíptera	<i>Mesoveliidae</i>	9	10	8	8	6	5	46
Hemíptera	<i>Gerridae</i>	8	8	12	16	15	18	77
Hemíptera	<i>Saldidae</i>	0	0	0	0	0	2	2
Coleóptera	<i>Staphylinidae</i>	0	0	0	2	0	0	2
Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	0	2	0	2	0	0	4
Pulmonata	<i>Planorbidae</i>	0	2	0	1	0	0	3
Neotaenioglossa	<i>Thiaridae</i>	0	0	1	1	0	1	3
Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	7	5	8	9	9	10	48
Decápoda	<i>Palaemonidae</i>	6	5	9	6	7	9	42
Hemíptera	<i>Corixidae</i>	0	0	0	2	0	2	4
Díptera	<i>Tupilidae</i>	0	0	1	0	0	0	1
Odonata	<i>Libellulidae</i>	0	2	0	1	1	0	4
Total		41	44	50	58	48	56	297

Anexo 11.

Individuos registrados en el sexto muestreo.

Muestreo 21/10/2025								
Orden	Familia	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Total de indiv
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	1	0	1	3	0	0	5
Diptera	<i>Chironomidae</i>	5	4	4	3	2	2	20
Diptera	<i>Culicidae</i>	13	12	10	11	7	6	59
Diptera	<i>Stratiomyidae</i>	0	0	1	0	0	0	1
Diptera	<i>Ceratopogonidae</i>	0	1	0	0	0	0	1
Hemíptera	<i>Veliidae</i>	0	0	0	2	4	3	9
Hemíptera	<i>Mesoveliidae</i>	10	9	11	7	5	4	46
Hemíptera	<i>Gerridae</i>	15	13	14	15	14	16	87
Hemíptera	<i>Saldidae</i>	0	0	0	0	2	0	2
Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	2	0	1	4	0	1	8
Pulmonata	<i>Planorbiidae</i>	0	2	0	1	1	1	5
Neotaenioglossa	<i>Thiaridae</i>	0	1	0	2	0	0	3
Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	8	10	9	9	8	10	54
Decápoda	<i>Palaemonidae</i>	5	6	8	7	9	7	42
Hemíptera	<i>Corixidae</i>	0	0	0	1	2	1	4
Diptera	<i>Tupilidae</i>	0	0	0	1	0	0	1
Odonata	<i>Libellulidae</i>	0	0	1	4	0	2	7
Total		59	58	60	70	54	53	354

Anexo 12.

Zona de estudio



Anexo 13.

Técnica de red de patada.



Anexos 14.

Técnica de red D'net.



Anexos 15.

Medición de parámetros.



Anexo 16.

Separación de macroinvertebrados.



Anexo 17.

Presencia de materia orgánica en la primera estación.



Anexo 18.

Equipos usados para la identificación de macroinvertebrados



Anexo 19.

Identificación de macroinvertebrados en estereomicroscopio.



Anexo 20.

Ficha de monitoreo de macroinvertebrados.

 FICHA DE MONITOREO BIOLÓGICO DE MACROINVERTEBRADOS	
DATOS DEL MUESTREO DEL CUERPO DE AGUA ESTUDIADO	
Fecha: _____	Hora del muestreo: _____
Provincia: _____	Cantón: _____
Parroquia: _____	Pueblo/comunidad: _____
Nombre del grupo que hace el muestreo: _____	
Coordenadas y altitud: _____	
COLECTA DE MACROINVERTEBRADOS	
Tipo de sustrato:	<input type="checkbox"/> Piedras <input type="checkbox"/> Sedimentos rasca <input type="checkbox"/> Hoja
Tipo de red:	<input type="checkbox"/> Red Surber <input type="checkbox"/> Red tipo D patada <input type="checkbox"/> Red de
DATOS FÍSICOS DE CAMPO	
Condiciones climáticas (marque con X):	<input type="checkbox"/> Soleado <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Lluvioso
Nombre del cuerpo de agua:	Río <input type="checkbox"/> Estero <input type="checkbox"/> Laguna <input type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/>
Turbidez cualitativa:	<input type="checkbox"/> Clara <input type="checkbox"/> Poco turbia <input type="checkbox"/> Turbia <input type="checkbox"/> Con partículas flotando <input type="checkbox"/> Opaca
Tipo de corriente:	<input type="checkbox"/> Calmo <input type="checkbox"/> Suave <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Fuerte
Material flotante:	<input type="checkbox"/> Abundante <input type="checkbox"/> Poco abundante <input type="checkbox"/> Pobre <input type="checkbox"/> Ninguno
¿Se percibe olor en el agua?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
PARAMETROS FÍSICOSQUÍMICOS	
pH []	T (C°) [] CE [] TSD [] SAL% [] OD []

PRONUNCIAMIENTO FAVORABLE No. MAATE-ARSFC-2025-0614

Sr. **LAINEZ DE LA CRUZ ANGEL JAVIER,**

Una vez que la propuesta para Autorización de Recolección de Especímenes de la Diversidad Biológica Sin Fines Comerciales para Investigación Científica, ha sido analizada, el Ministerio del Ambiente y Agua en uso de las atribuciones que le confiere el Acuerdo Interministerial SENESCYT-MAE N°001 aprueba el Proyecto **MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIONDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL MANGLAR EL MOGOTE DE LA COMUNA OLÓN-SANTA ELENA**, al haber cumplido con los parámetros técnicos, administrativos y legales, establecidas en la ley.

En base a lo dispuesto en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.

Atentamente,

ALAVA CASTILLO JOEL FERNANDO

DIRECCIÓN DE BIODIVERSIDAD