



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

TESIS

**“MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO
BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS
DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS ITAYA Y NANAY –
IQUITOS, LORETO. 2023”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:
WILY MOZOMBITE MAMOLADA**

**ASESOR:
Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ
2023**



UNAP

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 068-CGYT-FA-UNAP-2023.

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Agronomía, a los 20 días del mes de octubre del 2023, a horas 05:00pm., se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **"MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS ITAYA Y NANAY – IQUITOS, LORETO. 2023"**, aprobado con Resolución Decanal No. 017-CGYT-FA-UNAP-2023, presentado por el Bachiller: **WILY MOZOMBITE MAMOLADA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**, que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal **No. 057-CGYT-FA-UNAP-2023**, está integrado por:

Ing. VICTORIA REATEGUI QUISPE, Dra.	Presidente
Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.	Miembro
Ing. TONY VIZCARRA BENTOS, Dr.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas:

..... *Satisfactoriamente*

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis han sido: *Aprobada* con la calificación *Buena*

Estando el Bachiller *Apto* para obtener el Título Profesional de *Ingeniero en Gestión Ambiental*

Siendo las *7:00 pm* se dio por terminado el acto **ACADÉMICO**.

Ing. VICTORIA REATEGUI QUISPE, Dra.
Presidente

Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.
Miembro

Ing. TONY VIZCARRA BENTOS, Dr.
Miembro

Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.
Asesor

JURADO Y ASESOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Tesis aprobada en sustentación pública el día 20 de octubre del 2023; por el jurado ad-hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos de la facultad de Agronomía, para optar el título profesional de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL



Ing. VICTORIA REATEGUI QUISPE, Dra.
Presidente



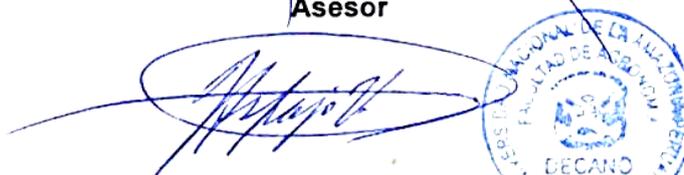
Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.
Miembro



Ing. TONY VIZCARRA BENTOS, Dr.
Miembro



Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.
Asesor



Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, M.Sc.
Decano

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
FA_TESIS_MOZOMBITE MAMOLADA.pdf	WILY MOZOMBITE MAMOLADA

RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
7185 Words	39209 Characters

RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
35 Pages	196.1KB

FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
Sep 7, 2023 11:46 AM GMT-5	Sep 7, 2023 11:46 AM GMT-5

● 16% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Resumen

DEDICATORIA

A mi madre Antonia Catalina Mamolada Andy, por ser lo más sagrado en mi vida, por su amor y cariño al brindarme todo su apoyo durante mi formación universitaria.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por acompañarme en mi camino y brindarme la fuerza para seguir superándome.

A mis hermanos y amigos.

Al Dr. Pedro Antonio Grately Silva, por su valioso aporte en la orientación y asesoría de la presente investigación.

A Xively Saldaña, por su amistad y la ayuda brindada.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR.....	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas.	6
1.2.1. Macroinvertebrados bioindicadores de calidad del agua.....	6
1.2.2. Familias de macroinvertebrados resistentes a altos niveles de contaminación	8
1.2.3. Índices bióticos usados para estimar la tolerancia de los macroinvertebrados a los contaminantes.....	9
1.3. Definición de términos básicos.....	10
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
2.1. Formulación de la hipótesis.	11
2.1.1. Hipótesis general.....	11
2.2. Variables y su operacionalización	11
2.2.1. Definición de las variables	11
2.2.2. Operacionalización de variables.	12
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño.	13
3.1.1. Tipo de investigación.....	13
3.1.2. Diseño de investigación.....	13

3.2. Diseño muestral.....	13
3.2.1. Área de estudio	13
3.2.2. Población.....	14
3.2.3. Muestra.....	14
3.3. Procedimientos de recolección de datos.....	14
3.3.1. Tipo de datos recolectados	14
3.3.2. Técnicas utilizadas en la recolección de datos.....	15
3.4. Procesamiento y análisis de los datos.	15
3.5. Aspectos éticos.....	16
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	17
4.1. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos encontrados	17
4.1.1. Diversidad de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura del río Nanay	17
4.1.2. Diversidad de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura del río Itaya.....	18
4.2. Abundancia de macroinvertebrados acuáticos encontrados	19
4.2.1. Abundancia de Familias de macroinvertebrados acuáticos en la desembocadura del río Nanay	19
4.2.2. Abundancia de familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en la desembocadura del río itaya.....	25
4.3. Calidad del agua superficial según el índice BMWP/Col.	29
4.3.1. Calidad del agua superficial del río nanay	29
4.3.2. Calidad del agua superficial del río Itaya	30
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	31
5.1. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos encontrados en las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya.	31
5.2. Abundancia de Familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya.....	32
5.3. Calidad del agua superficial de los ríos nanay e Itaya, según el índice BMWP/Col.	32
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	33
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	34
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	35
ANEXOS	37

Anexo 1. Matriz de consistencia	38
Anexo 2. Puntaje de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.....	39
Anexo 3. Calidad biológica del agua para el Índice BMWP/Col.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Macroinvertebrados bioindicadores de la calidad del agua	7
Tabla 2. Bioindicadores de mala calidad del agua	8
Tabla 3. Índices bióticos para medir la tolerancia de los macroinvertebrados a los contaminantes.....	9

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Diversidad de macroinvertebrados en la desembocadura del río Nanay.....	18
Cuadro 2. Diversidad de macroinvertebrados en la desembocadura del río Itaya	19
Cuadro 3. Puntaje por familia de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura del río Nanay, para el índice BMWP/Col.	29
Cuadro 4. Puntaje por familia de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura del río Itaya, para el índice BMWP/Col.....	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Coleóptera.....	20
Gráfico 2. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Díptera.....	20
Gráfico 3. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Ephemeroptera.....	21
Gráfico 4. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Hemíptera.....	22
Gráfico 5. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Odonata	22
Gráfico 6. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Trichoptera	23
Gráfico 7. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Clitellata	24
Gráfico 8. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Mesogastrópoda.....	24
Gráfico 9. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Coleóptera.....	25
Gráfico 10. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Díptera	26
Gráfico 11. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Ephemeroptera.....	26
Gráfico 12. Cantidad de Familias encontradas de macroinvertebrados del orden Hemíptera.....	27
Gráfico 13. Número de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Odonata	28
Gráfico 14. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados de la orden Mesogastrópoda	28

RESUMEN

El estudio se realizó en las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya, ciudad de Iquitos, con la finalidad de determinar la calidad biológica de sus aguas, mediante el análisis de la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes utilizando el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP). Se evidencia que existe una mayor diversidad y abundancia de macroinvertebrados en las aguas de la desembocadura del río Nanay, en relación a la desembocadura del río Itaya. Asimismo, el Índice BMWP/Col para la desembocadura del río Nanay indica que la calidad biológica de sus aguas se encuentra dentro de la Clase I, Calidad Buena lo que significa que sus aguas son muy limpias a Limpias, mientras que las aguas de la desembocadura del río Itaya se encuentran dentro de la Clase II, Calidad Aceptable, lo que significa que sus aguas son ligeramente contaminadas. A partir de ello, se evidencia que la calidad del agua superficial en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay tiene relación con la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes, según el índice BMWP.

Palabras clave: Río Nanay, río Itaya, calidad biológica de sus aguas.

ABSTRACT

The study was carried out at the mouths of the Nanay and Itaya rivers, Iquitos City, in order to determine the biological quality of its waters, by analyzing the abundance and diversity of macroinvertebrates present using the Biological Monitoring Working Party Index (BMWP). It is evident that there is a greater diversity and abundance of macroinvertebrates in the waters of the mouth of the Nanay river, in relation to the mouth of the Itaya river. Likewise, the BMWP/Col Index for the mouth of the Nanay river indicates that the biological quality of its waters is within Class I, Good Quality, which means that its waters are very Clean to Clean, while the waters of the mouth of the Itaya River are within Class II, Acceptable Quality, which means that its waters are slightly contaminated. From this, the alternate hypothesis is accepted because the quality of surface water at the mouths of the Itaya and Nanay rivers is related to the abundance and diversity of macroinvertebrates present, according to the BMWP index, therefore, the hypothesis is rejected. null hypothesis.

Keywords: Nanay River, Itaya River, biological quality of its waters.

INTRODUCCIÓN

Todas las actividades antrópicas producen externalidades en el ambiente. La agricultura, la ganadería, minería, y el comercio en general son actividades económicas muy importantes en la ciudad de Iquitos, y todas ellas generan residuos sólidos y todo tipo de efluentes que de alguna manera van a parar en los ríos que circundan esta importante ciudad, como son el Nanay e Itaya, los mismos que son recolectores, depositarios de éstos y de todo tipo de residuos, sedimentos arrastrados por las escorrentías de las lluvias y otros materiales y elementos contaminantes generados por las diversas actividades económicas, contaminando sus aguas y afectando sustancialmente a las especies que viven en ellas.

La estimación de la calidad del agua es un procedimiento para conocer las condiciones de presencia o ausencia de microorganismos o sustancias químicas, el mismo que se realiza tradicionalmente basado en los exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos. En la actualidad es importante la incorporación de biocomponentes acuáticos como un instrumento de evaluación de la calidad de las aguas estancadas y corrientes. A partir de ello, el uso de biocomponentes acuáticos resulta un instrumento adecuado, fácil, expeditiva y de menor costo para la determinación biológica y la aptitud adecuada del agua.

La estimación de la aptitud de las aguas usando biocomponentes acuáticos brinda diferentes ventajas: sencillez, poca demora en el logro de los resultados y una mayor seguridad, lo que determina que este procedimiento sea un instrumento adecuado en el monitoreo de la aptitud del agua en las cuencas y los ríos.

Los ecosistemas de agua corrientes son complejos e incluyen procesos naturales, en una dinámica espacial y temporal y las interacciones entre dichas variables son limitadamente conocidas, como la solícita presencia de los macroinvertebrados acuáticos que son una parte integral de la vida acuática y a menudo son los

principales animales presentes en los ecosistemas de corrientes de agua y que desempeñan un papel significativo en la cadena alimentaria de los ecosistemas acuáticos, pues intervienen en la cantidad y distribución de sus capturas, y sirven como abastecedor de alimento para consumidores acuáticos y terrestres.

Dentro de todos los grupos de organismos acuáticos, los macroinvertebrados son los indicadores biológicos más utilizados a nivel mundial. Son capaces de proporcionar indicios de las condiciones ambientales del agua, puesto de muchos ellos requieren de una alta calidad del agua para su desarrollo y supervivencia, mientras que otros pueden prosperar en aguas altamente contaminadas. Es a partir de esta prerrogativa que se plantea la pregunta en la investigación. ¿Es posible determinar la calidad de las aguas a partir de la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes en los ecosistemas acuáticos en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay, Iquitos? y en razón a ello el objetivo del estudio es la de Evaluar la calidad del agua superficial a través de bioindicadores acuáticos en la desembocadura de los ríos Itaya y Nanay, Iquitos.

Determinar la calidad biológica del agua en los ríos Nanay e Itaya mediante el análisis de la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes, posibilita disponer de un método que se destaca por su sencillez, rapidez de obtención de resultados y mayor seguridad y, en consecuencia, se convierte en una herramienta apropiada para determinar las condiciones del agua en las cuencas de los ríos de la Amazonia Peruana.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes.

Roldán Pérez, G. (1), menciona que, En Colombia, se ha centrado gran parte de los estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en la entomofauna. Los órdenes más investigados en términos de taxonomía, ecología y su uso como bioindicadores de la calidad del agua son Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. No obstante, se recomienda ampliar las investigaciones en otros grupos como anélidos, moluscos, ácaros y dípteros, ya que todavía falta conocimiento sobre su taxonomía y ecología.

Además, se destaca que en Colombia y Latinoamérica se utiliza ampliamente el índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), desarrollado en Europa en la década de 1970. Sin embargo, se hace hincapié en la necesidad de adaptar este índice a las diversas regiones del continente **(1)**.

Por su parte, **Del C. Guinard, Johana; et,al (2)**, llevó a cabo un estudio para determinar la diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos, así como la calidad del agua, en cuatro estaciones de muestreo ubicadas en las subcuencas alta y baja del río Gariché durante la época seca (enero a abril) y lluviosa (julio a octubre) de 2010. En total, se identificaron 4,964 individuos pertenecientes a 50 géneros, 30 familias y nueve órdenes de la clase Insecta. Durante la época seca, se observó una mayor presencia de especies del orden Hemiptera, la familia Veliidae y el género Rhagovelia, seguidos por el orden Trichoptera, la familia Hydroptilidae y el género Atanatolica. En el periodo de lluvias, las especies pertenecen a órdenes Ephemeroptera, la familia Leptophlebiidae y el género Thraulodes, seguidos por Hemiptera, la familia Veliidae y el género Rhagovelia.

Utilizando, la medición de diversidad de Shannon-Weaver, el promedio fue de 2.36 durante la época seca y 1.95 durante la época lluviosa, lo que indica una diversidad media en este ecosistema **(2)**.

Asimismo, para evaluar utilizo, el índice de Jaccard, se demostró que las estaciones 1 y 2 tenían una mayor similitud (65.2% en época seca y un 76.9% en periodo de lluvias), y en relación a la similitud fue baja (33.3% en periodo seco y un 41.7% en el periodo lluvioso, entre las estaciones 1 y 3 **(2)**).

Por su lado, utilizando el índice biótico BMWP/PAN, para conocer la calidad del agua, se reportó que, durante el periodo seco y lluvioso, las aguas de los puntos 1 y 2 tenían unas condiciones usuales, mientras que las aguas de los puntos 3 y 4 tenían una calidad aceptable **(2)**.

Otros estudios sobre macroinvertebrados, como el de **Giacometti V., J. C. (3)**; se centra en analizar los macroinvertebrados acuáticos (MAIA) con el objetivo de comprender cómo se ven afectados por un tipo común de contaminación a lo largo del río Alambi, que abarca desde los 2610 hasta los 1120 metros sobre el nivel del mar. Los hallazgos revelan que se encontraron un total de 6447 especies, clasificados en 16 órdenes, 47 familias y 55 géneros. De estos, 4726 pertenecen al grupo de los EPT, que son indicadores de buenas condiciones del agua, lo cual establece un promedio total de 197 individuos. La significancia entre estos dos índices fue de 0.76, lo cual clasifica la calidad biológica del agua del río Alambi como "BUENA".

Por su lado, **PRAT Narcís, MUNNÉ Antoni, SOLA Carolina, BONADA Núria y RIERADEVALL María (4)**, llevan a cabo un análisis de las posibilidades de utilizar insectos acuáticos para el monitoreo biológico del estado ecológico de los ríos, específicamente en arroyos mediterráneos. Este análisis se basa en la propuesta de Directiva del Consejo, la cual establece un marco para las acciones de la Comunidad Europea relacionadas con la política de aguas. Dentro de este

marco, se define el concepto de "estado ecológico" como una medida de la calidad de los ecosistemas acuáticos asociados con las aguas superficiales, y se pone especial atención en los componentes biológicos del ecosistema. Presentan el estado de varias cuencas pequeñas en el NE de España para mostrar las variaciones y los cambios en el Índice de estado ecológico (ECOSTRIMED) en los arroyos mediterráneos. Destacan las dificultades encontradas en la restauración de arroyos mediterráneos con las actuales tecnologías de canalización por falta de caudales naturales, y especialmente, cuando los arroyos nacen en depuradoras. Concluye que, el estado ecológico de los ríos es malo a pesar de las grandes inversiones en recuperación de la contaminación.

Ochoa Vásquez, M. (5) Evaluó las propiedades físico-químicas del agua en las quebradas cercanas a la zona de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, tanto durante la temporada de crecida como en épocas de sequía. Se compararon estos parámetros físico-químicos con los establecidos en el DECRETO SUPREMO N°004-2017-MINAM. Además, se llevó a cabo una estimación de la abundancia, dominancia y diversidad de macroinvertebrados bentónicos, así como una evaluación su influencia en la estructura de la comunidad de dichos biocomponentes. Se seleccionaron un total de 10 quebradas para el muestreo durante los meses de mayo y septiembre de 2019, en las épocas de crecida y sequía, respectivamente. Se analizaron las características físico-químicas del agua de estas quebradas y se compararon con los estándares establecidos en la norma. En total, se recolectaron 5028 macroinvertebrados de las 10 quebradas, con 2569 individuos durante la temporada de crecida y 2459 durante la temporada de sequía. Tanto en crecida y sequía, el taxón de mayor presencia fue el Chironomidae. En épocas de crecida hubo mayor presencia de familias, con un valor de 0.72 en el índice de Simpson 1-D, siendo Chironomidae el taxón

más abundante en las dos temporadas de muestreo. Las quebradas Habanillo y Paujil mostraron mayor número de especies durante la temporada de crecida, mientras que Lindero y Paujil destacaron durante la temporada de sequía. El estudio de correlaciones múltiples reveló vínculo significativo entre la dureza, el cloro, la conductividad y la alcalinidad con algunos grupos taxonómicos, mientras que los demás parámetros evaluados no mostraron ninguna correlación con los grupos taxonómicos.

1.2. Bases teóricas.

1.2.1. Macroinvertebrados bioindicadores de calidad del agua

En los últimos años se vienen considerando como buenos bioindicadores de la calidad de agua a los macroinvertebrados acuáticos, **Gamboa et.al (6)** en la tabla 1, resume las características, rasgos clave de las familias.

Tabla 1. Macroinvertebrados bioindicadores de la calidad del agua

Orden Diptera	Características	Rasgos Clave
Familia Culicidae	NC: mosquitos	Larva sin patas y con cabeza reducida
	Ciclo de vida: holometábolos que incluye huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores	Penachos de pelos en el tubo respirador, permitiéndoles colgar cabeza debajo de la superficie y respirar.
	Fase indicadora: larvas	
	Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras	
	Hábitat: aguas estancadas	
Familia Ephydriidae	NC: moscas y mosquitos	Cuerpo alargado con propatas en la mitad del cuerpo y un penacho de setas en la parte posterior
	Ciclo de vida: holometábolos que incluye huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores.	
	Fase indicadora: larvas	
	Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras	
	Hábitat: aguas estancadas	
Familia Chironomidae	NC: moscas y mosquitos	Cuerpo alargado con un penacho de setas en la parte posterior
	Ciclo de vida: holometábolos que incluye huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores.	
	Fase indicadora: larvas	
	Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras	
	Hábitat: aguas estancadas y corrientes.	
Familia Psychodidae	NC: moscas	Cuerpo alargado con abundantes setas en todo el cuerpo
	Ciclo de vida: holometábolos que incluye huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores.	
	Fase indicadora: larvas	
	Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras	
	Hábitat: aguas estancadas y corrientes	
Familia Sifidae	NC: moscas	Cuerpo robusto con un tubo respiratorio alargado y delgado.
	Ciclo de vida: holometábolos que incluye huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores.	
	Fase indicadora: larvas	
	Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras	
	Hábitat: aguas estancadas y corrientes	

1.2.2. Familias de macroinvertebrados resistentes a altos niveles de contaminación

Dentro de la orden Díptera algunas familias pueden resistir altos niveles de contaminación ya sea en aguas lénticas y lólicas (6), como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Bioindicadores de mala calidad del agua

Orden Insecta	Características	Rasgos clave
PLECOPTERA	NC: Mosca de las piedras.	Abdomen que cuenta con uno o pares de cercos y sus uñas tarsales se presentan en pares
	Ciclo de Vida: hemimetábolos, pasando por etapas de ninfas acuáticas y adultos voladores	
	Fase indicadora: Ninfas, son muy sensibles a la contaminación	
	Alimentación: Las ninfas se alimentan de forma carnívoras en los últimos estadios	
	Hábitat: En ríos de aguas turbulentas y lechos de grava.	
EFEMEROPTERA	NC: Efímeras	Tienen un abdomen generalmente con un par de cercos alargados y un filamento central visible. Sus uñas tarsales son únicas.
	Ciclo de Vida: hemimetábolos con ninfas acuáticas y adultos voladores	
	Fase indicadora: Ninfas	
	Alimentación: Las ninfas son herbívoras	
	Hábitat: se encuentran en ríos y lagunas.	
TRICOPTERA	NC: conocidas como Frigáneas.	Larvas de esta orden son acuáticas y construyen estuches o refugio que varía según la familia a la que pertenece
	Ciclo de vida: hemimetábolos con ninfas y pupas acuáticas y adultos voladores	
	Fase indicadora: Larvas	
	Alimentación: las ninfas pueden ser depredadoras o herbívoras	
	Hábitat: se encuentran en ríos de aguas quietas y rápidas	
ODONATA	NC: SWon conocidas como Libelúlas, caballitos del diablo.	Tienen ojos compuestos prominentes
	Ciclo de vida: hemimetábolos con larvas acuáticas y adultos voladores.	Presentan Branquias plumosas externas en la parte posterior del abdomen.
	Fase indicadora: Larvas	
	Alimentación: Las Ninfas son depredadoras	
	Hábitat: Se encuentran en ríos de aguas quietas y rápidas	
COLEOPTERA	NC: Conocidos como Escarabajos	Presentan Patas grandes y se desplazan por el fondo del agua. Respiran aire a través del extremo del abdomen o poseen apéndices filamentosos (branquias)
	Ciclo de vida: holometábolos (larvas, pupas y adultos)	
	Fase indicadora: larvas	
	Alimentación: Las Ninfas pueden ser herbívoras y depredadores	
	Hábitat: Abarca un amplio rango, incluyendo zonas lacustres y zonas con distintos niveles de salinidad	
DIPTERA	NC: Son conocidos como Moscas, mosquitos.	Las Larva de esta orden son pequeñas y presentan protuberancias a los lados del cuerpo.
	Ciclo de vida: son Holometábolos, con huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores.	
	Fase indicadora: Larvas	
	Alimentación: Las Larvas se alimentan mediante filtración y raspado	
	Hábitat: habitan en ríos de aguas estancadas.	

1.2.3. Índices bióticos usados para estimar la tolerancia de los macroinvertebrados a los contaminantes.

En la tabla 3, se resume los Índices que permiten la evaluación de las condiciones ecológicas de un sistema acuático impactado por un proceso de contaminación cualquiera. Sin embargo, es crucial tener en cuenta los indicadores más convenientes debido a su facilidad para obtenerlos. Estos se basan únicamente en datos cualitativos, determinando únicamente la existencia o desaparición, y la identificación hasta el nivel de familia (6).

Tabla 3. Índices bióticos para medir la tolerancia de los macroinvertebrados a los contaminantes

Índice	Fundamento	Usos
Biological Monitoring Working Party (BMWP)	Asigna una puntuación de 1 a 10 a distintas familias de macroinvertebrados. Las familias más resistentes a la contaminación reciben puntuaciones más bajas, mientras que las más sensibles obtienen puntuaciones más altas. El total de las puntuaciones indica la calidad biológica de la comunidad acuática.	Se utiliza para evaluar la contaminación por materia orgánica en las Islas Británicas, determinar la presencia de invertebrados, calificar el ambiente de acuerdo a la familia taxonómica y valorar cuantitativa del ecosistema acuático.
Iberian Monitoring Working Party (IBMWP)	Es una adaptación del BMWP a la Península Ibérica	Se utiliza para evaluar la contaminación por materia orgánica en la Península Ibérica
Biological Monitoring Water Quality (BMWQ)	Similar al IBMWP, pero con una escala del 1 a 15	Se utiliza para evaluar la contaminación por materia orgánica en la Península Ibérica
Índice Biótico de Familia. (IBF)	Se calcula utilizando la fórmula: $IBF = 1/N \sum n_i t_i$. Donde; N= número total de individuos en la muestra. Ni = Número de individuos, ti= Puntuación de tolerancia.	Este índice es altamente sensible para medir la calidad del agua. – Se pueden utilizar para categorizar estaciones en función a la calidad del agua. Además se puede representar en un mapa que muestra la calidad del agua de la cuenca.
Riqueza de Taxa pertenecientes a los grupos de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros (Riqueza EPT)	Estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones causadas por los seres humanos	Se utiliza para evaluar la contaminación en general y las alteraciones del hábitat
Porcentaje de individuos de la comunidad pertenecientes al grupo trófico de los raspadores (Porcentaje de raspadores)	A medida que aumentan los nutrientes se incrementa la producción primaria, lo que beneficia a este grupo de organismos.	Se utiliza para evaluar la Eutrofización fluvial
Abundancia de individuos de la familia Chironomidae (Abundancia de Chironomidae)	Este grupo es muy tolerante a la contaminación por materia orgánica.	Se utiliza para evaluar la contaminación por materia orgánica

1.3. Definición de términos básicos.

- Agallas: **Según Carrera, C. y Fierro, K. (7)**; define como las aberturas laterales que tienen los peces y les permiten respirar.
- Antenas: Son los filamentos presentes en la cabeza de muchos animales. Por ejemplo, las cucarachas tienen antenas largas que utilizan para buscar alimento **(7)**.
- Cabecera: Es el lugar de origen de un río. Un ejemplo es la cabecera del río Guayas, ubicada en las nieves del Chimborazo **(7)**.
- Cauce: Es el camino o trayecto por donde fluyen las aguas de los ríos y esteros **(7)**.
- Contaminación: Se refiere a la alteración o daño de la pureza de una sustancia o el estado de algo **(7)**.
- Degradar: Es la acción de reducir o deteriorar las condiciones propias de algo o algún lugar **(7)**.
- Diversidad: Hace referencia a la variedad de cosas o seres vivos que son diferentes entre sí **(7)**.
- Drenaje: Es la acción de sacar, vaciar o transferir el agua de un lugar a otro **(7)**.
- Larvas: Son animales en etapa de desarrollo que han abandonado su cubierta de huevo y pueden alimentarse por sí mismos, pero aún no han adquirido la forma y organización propia de los adultos de su especie **(7)**.
- Ojo de malla: Cada uno de los espacios en una red o malla **(7)**.
- Segmentos: Son porciones o partes cortadas de algo. En el caso de los insectos y las lombrices de tierra, son las partes que conforman su cuerpo **(7)**.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis.

2.1.1. Hipótesis general

La abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes, según el índice BMWP, tiene relación con la calidad del agua superficial en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Definición de las variables

Variable independiente

Abundancia y diversidad de macroinvertebrados acuáticos.

Variable dependiente

Calidad del agua superficial (Índice BMWP/Col) en los ríos Itaya y Nanay.

2.2.2. Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Tipo de variable por su naturaleza	Indicadores	Escala de medición	Categorías	Valores de la categoría	Medios de verificación
Variable independiente: Abundancia y diversidad de macroinvertebrados acuáticos.	Se refiere a la presencia de un mayor número y de diferentes especies de macroorganismos en los ecosistemas loticos	Cuantitativa	Abundancia	Número de especies. Razón	Variable	Alto, medio y bajo	Acopio de información primaria (toma de muestras), la cual se procedió según el protocolo de toma de muestras biológicas en el agua superficial, su conservación, dilución y observación e identificación en laboratorio.
			Diversidad	Numero de diferentes especies. Razón	Variable	Alto, medio y bajo	
Variable dependiente: Calidad del agua superficial (Índice BMWP/Col) en los ríos Itaya y Nanay	Se utiliza para evaluar la contaminación por materia orgánica, determinar la presencia de invertebrados, calificar el ambiente de acuerdo a la familia taxonómica y valorar cuantitativa del ecosistema acuático.	Cuantitativa / cualitativa	Puntaje por familia según el Índice BMWP/Col	Puntaje	Variable	del 1 al 10	
			Calidad Biológica del agua, según el Índice BMWP/Col	Calidad	I Buena. II Aceptable. III Dudosa. IV Crítica. V Muy crítica	Buena 101-120. Aceptable 61-100. Dudosa 36-60. Crítica 16-35. Muy crítica < 15.	

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño.

3.1.1. Tipo de investigación.

Es una investigación cuantitativa del tipo observacional, analítico, transversal.

3.1.2. Diseño de investigación.

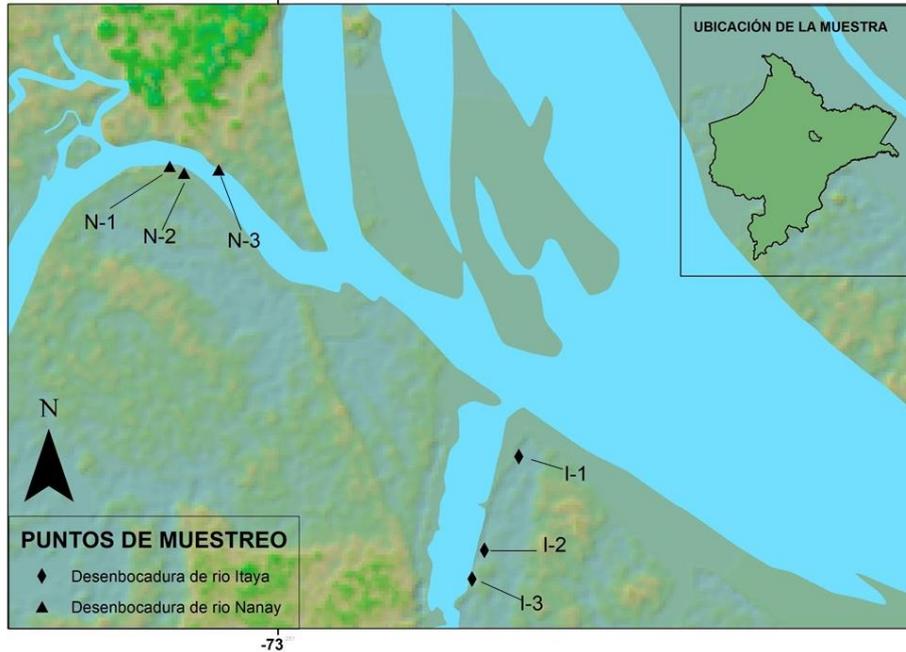
Por la naturaleza de las variables el diseño de la investigación es no experimental, ya que no se realizó ningún tipo de manipulación a las variables del estudio. La información primaria fue obtenida a través de la toma de muestras de campo, la observación, identificación en laboratorio y luego calculo el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) y sobre esta base determino la calidad biológica del agua de las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya en la ciudad de Iquitos.

3.2. Diseño muestral.

3.2.1. Área de estudio

Comprende el ámbito de la calidad ambiental del agua en las desembocaduras de ríos Nanay e Itaya, Ciudad de Iquitos, región Loreto (Figura 1).

Figura 1: Puntos de muestreo



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Población.

La población del estudio está conformada por la abundancia y diversidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la desembocadura de los ríos Nanay e Itaya.

3.2.3. Muestra.

La muestra representativa está definida por tres (03) puntos de muestreo en las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya, para determinar la abundancia y diversidad de macroinvertebrados acuáticos.

3.3. Procedimientos de recolección de datos.

3.3.1. Tipo de datos recolectados

Los datos recolectados y utilizados son información primaria, tomados a partir de los puntos de muestreo en las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya.

3.3.2. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Para la recolección de los sustratos del fondo del cuerpo de agua en la desembocadura de ambos ríos, se procedió mediante la utilización de una red triangular de mano Tipo D (Red D–Frame) con una abertura de malla de 0.2 milímetros, realizando barridos a un metro de distancia paralela al borde de orilla del río, a lo largo de tres metros en contra de la dirección de la corriente de agua y por tres repeticiones, en los tres puntos de muestreo.

3.4. Procesamiento y análisis de los datos.

Los sustratos recolectados se tamizaron para eliminar ramas, hojas y sedimentos con la finalidad de reducir el volumen de los sustratos, luego se colocaron en frascos de plásticos de 500 ml y colocadas para su preservación en alcohol al 70 por ciento hasta cubrir la mitad de la muestra y rotuladas adecuadamente, y posterior traslado al laboratorio para sus tratamientos posteriores.

Los sustratos recolectados para su análisis se procedieron a colocar pequeñas porciones en placas Petri para su dilución con agua destilada, para que, con la ayuda de pinzas, estilites y un estereoscopio se inicie la búsqueda de los macroinvertebrados. Los individuos que se encuentren se colocaron en frascos de plástico de 60 ml en una solución de alcohol al 70 por ciento para su conservación debidamente rotulados para su identificación mediante claves taxonómicas especializadas.

Todas las familias se ordenaron según sus claves taxonómicas en el Software Excell y a partir de ella se determinó los puntajes según la diversidad de las familias para el índice de BMWP/Col (Tabla del Anexo 2) y de acuerdo al valor

del índice BMWP alcanzado se determinó la calidad biológica del agua (Tabla del Anexo 3). Los resultados presentan en tablas y gráficos mostrando la abundancia y diversidad de los diversos grupos de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura de los ríos Nanay e Itaya.

3.5. Aspectos éticos.

El estudio no involucra información de persona alguna. Pero se tendrá en cuenta la rigurosidad científica, las normas éticas y académicas para la recolección de información y el procesamiento estadísticos y la contrastación de los datos con otras fuentes de información.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos encontrados

4.1.1. Diversidad de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura del río Nanay

El Cuadro 1, nos muestra que en la desembocadura del río Nanay se encontraron tres Filo que son Artrópoda, Anélida y Mollusca.

En el Filo Artrópoda, se encontró una sola Clase, la Insecta y dentro de esta Clase las siguientes Órdenes: Orden Coleóptera con una sola familia: *Elmidae*, Orden Díptera con Cuatro Familias: *Empididae*, *Ceratopogonidae*, *Chironomidae* y *Muscidae*; Orden Ephemeroptera con cuatro Familias: *Baetidae*, *Caenidae*, *Leptophlebiidae* y *Tricorythidae*, Orden Hemiptera con dos Familias: *Belostomatidae* y *Naucoridae*; orden Odonata con dos Familias: *Coenagrionidae* y *Libellulidae*; y la Orden Trichoptera con cuatro Familias: *Hydropsychoidea*, *Hidrobiosidae*, *Hydroptilidae* y *Leptoceridae*.

En el Filo Anélida, se encontró una sola Clase la Hirudinea y dentro de ésta una sola Orden Clitellata con una sola Familia *Hirudinidae*.

En el Filo Mollusca, se encontró una Clase Gasterópoda. Dentro de la Clase Gasterópoda una Orden Mesogastrópoda con una sola Familia *Hidrobiidae*

Cuadro 1. Diversidad de macroinvertebrados en la desembocadura del río Nanay

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA
ARTHOPODA	INSECTA	COLEOPTERA	Familia:Elmidae
		ORDEN DÍPTERA	Familia:Empididae
			Familia:Ceratopogonidae
			Familia:Chironomidae
			Familia:Muscidae
		EPHEMEROPTERA	Familia:Baetidae
			Familia:Caenidae
			Familia:Leptophlebiidae
			Familia:Tricorythidae
		HEMIPTERA	Familia:Belostomatidae
			Familia:Naucoridae
		ODONATA	Familia:Coenagrionidae
			Familia:Libellulidae
		TRICHOPTERA	Familia:Hydropsychidae
Familia:Hidrobiosidae			
Familia:Hydroptilidae			
Familia:Leptoceridae			
ANELIDA	HIRUDINEA	CLITELLATA	Familia:Hirudinidae
MOLLUSCA	GASTERÓPODA	MESOGASTROPODA	Familia:Hydrobiidae

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

4.1.2. Diversidad de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura del río Itaya

Cuadro 2, nos muestra que en la desembocadura del río Itaya se encontraron dos Filo que son Artrópoda y Mollusca. En el Filo Artrópoda, se encontró una sola Clase, la Insecta y dentro de esta Clase las siguientes Órdenes: Orden Coleóptera con una sola Familia: Hydrophilidae, Orden Díptera con cuatro Familia: Ceratopogonidae, Chironomidae, Muscidae y Phoridae; Orden Ephemeroptera con dos Familia: Baetidae y Caenidae, Orden Hemiptera con cuatro Familias: Corixidae, Belostomatidae, Naucoridae y Notonectidae; orden Odonata con dos Familia: Coenagrionidae y Libellulidae.

En el Filo Mollusca, se encontró una Clase Gasterópoda. Dentro de la Clase Gasterópoda una Orden Mesogastrópoda con una sola Familia Hidrobiidae.

Cuadro 2. Diversidad de macroinvertebrados en la desembocadura del río Itaya

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA
ARTHPODA	INSECTA	COLEOPTERA	Hidrotiidae
		DIPTERA	Ceratopogonidae
			Chironomidae
			Muscidae
			Phoridae
			Baetidae
		EPHEMEROPTERA	caenidae
			HEMÍPTERA
		Belostomatidae	
		Naucoridae	
		Notonectidae	
		ODONATA	Coenagrionidae
			Libellulidae
MOLLUSCA	GASTERÓPODA	MESOGASTROPODA	Hydrobiidae

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

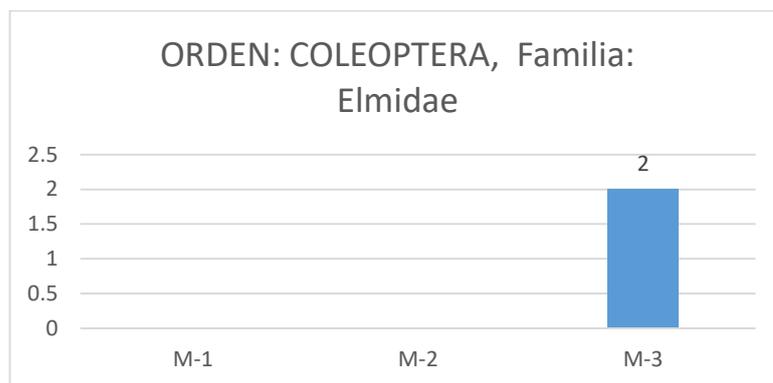
4.2. Abundancia de macroinvertebrados acuáticos encontrados

4.2.1. Abundancia de Familias de macroinvertebrados acuáticos en la desembocadura del río Nanay

a. Abundancia de Familias del Filo Artrópoda, Clase Insecta

En el gráfico 1, se muestra que en el primer y segundo muestreo no se encontró ningún macroinvertebrado, pero en el tercer muestreo se encontró dos macroinvertebrado del orden Coleóptera Familia Elmidae.

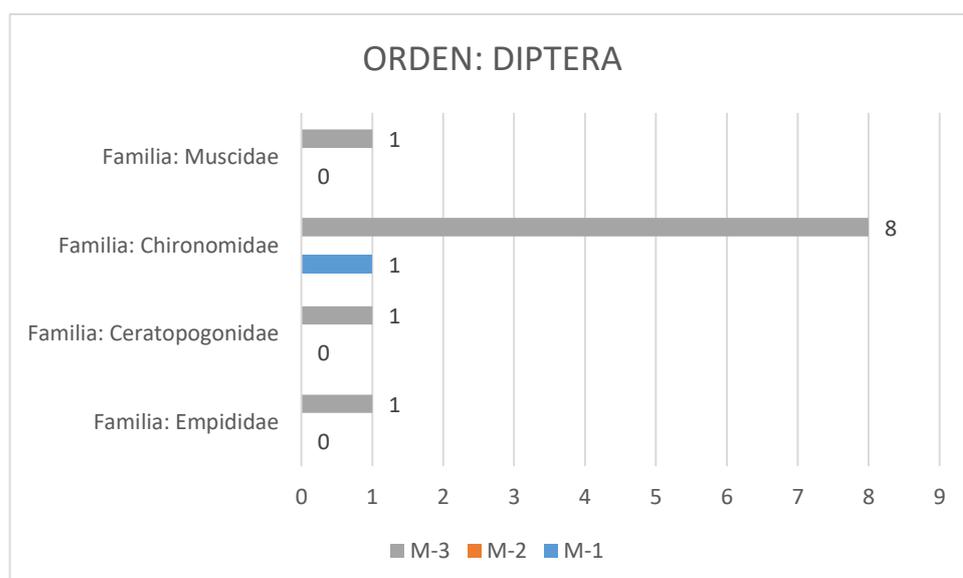
Gráfico 1. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Coleóptera.



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el gráfico 2, muestra las Familias encontradas del Orden Díptera, notándose que en el primer muestreo se encontró un macroinvertebrado perteneciente a la Familia Chironomidae, no se encontró ningún macroinvertebrado en el segundo muestreo, pero en el tercer muestreo se encontró lo siguiente: un macroinvertebrado de la Familia Muscidae, ocho de la Familia Chironomidae, uno de la Familia Ceratopogonidae, uno de la Familia Empididae.

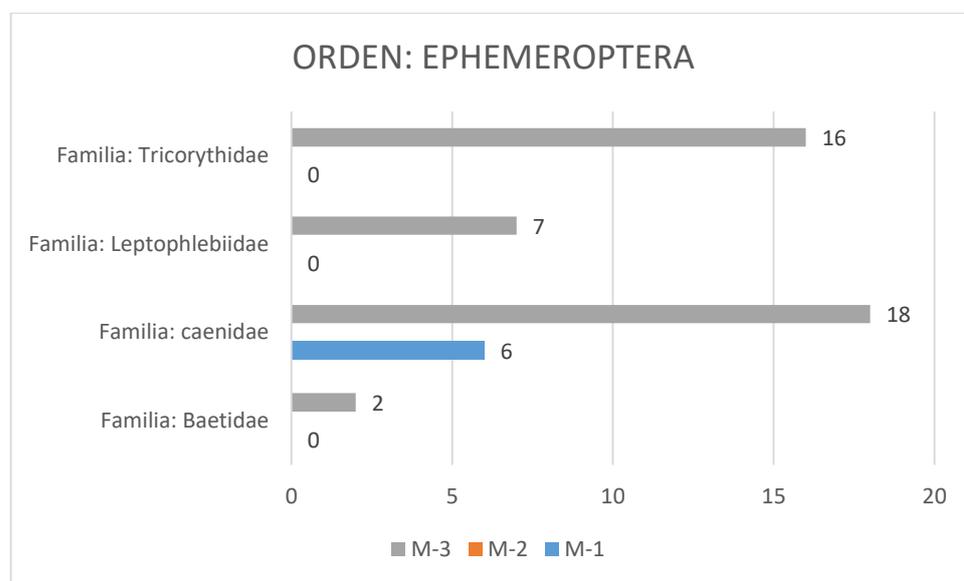
Gráfico 2. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Díptera.



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el gráfico 3 muestra la cantidad de Familias de macroinvertebrados del Orden Ephemeroptera en cada muestreo, así en el muestreo uno se encontró seis macroinvertebrados de la Familia Caenidae, en el segundo muestreo no se encontró ningún macroinvertebrado, pero en el tercer muestreo se encontraron dieciséis macroinvertebrados de la Familia Tricorythidae, siete macroinvertebrados de la Familia Leptophlebiidae, dieciocho macroinvertebrados de la Familia Caenidae y dos macroinvertebrados de la Familia Baetidae.

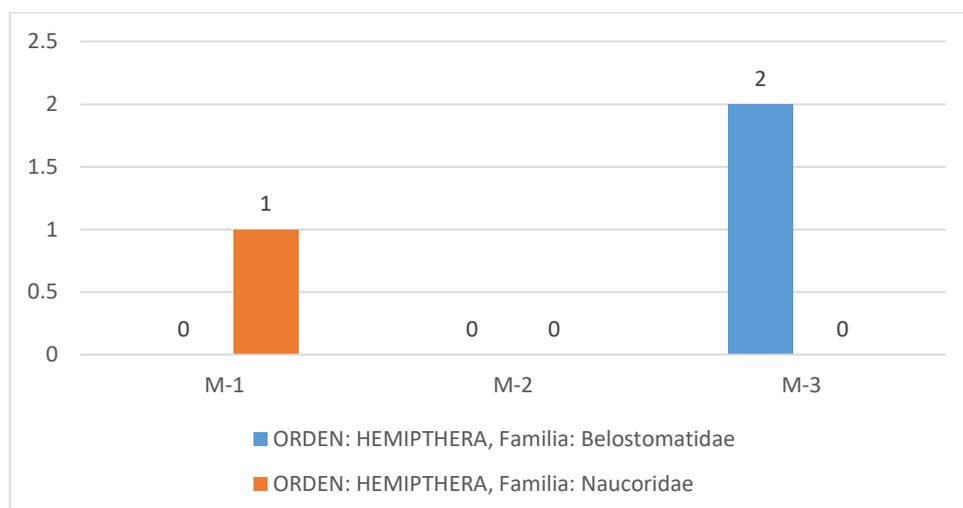
Gráfico 3. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Ephemeroptera



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el gráfico 4 muestra la cantidad de Familias de macroinvertebrados encontradas del Orden Hemíptera, así en el muestreo uno se encontró un macroinvertebrado de la Familia Naucoridae, en el segundo no se encontró ningún macroinvertebrado, pero en el muestreo tres se encontró dos macroinvertebrados de la Familia Belostomatidae.

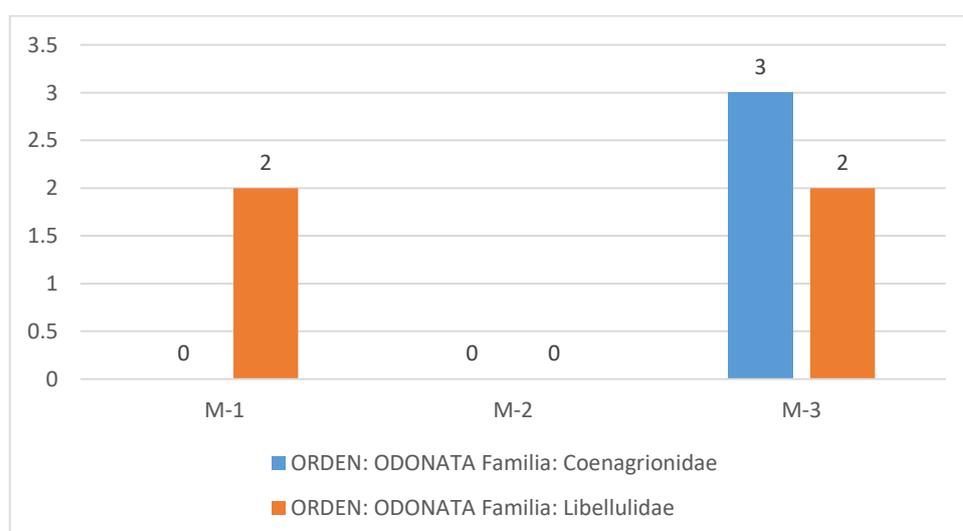
Gráfico 4. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Hemiptera



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el gráfico 5 muestra la cantidad de Familias de macroinvertebrados pertenecientes al Orden Odonata. En el primer y tercer muestreo se encontró dos macroinvertebrados de la Familia Libellulidae mientras que en el tercer muestreo tres macroinvertebrados de la Familia Coenagrionidae.

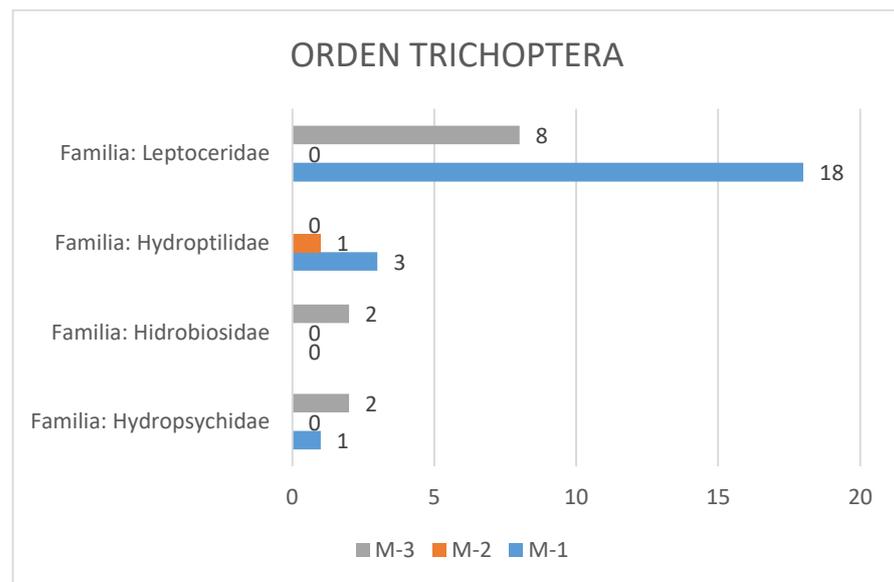
Gráfico 5. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Odonata



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el gráfico 6, muestra el número de Familias de macroinvertebrados del Orden Trichoptera según muestreo, así en el muestreo uno se encontró un macroinvertebrado de la Familia Hydropsychidae, tres de la Familia Hydroptilidae y dieciocho macroinvertebrados de la Familia Leptoceridae, en el muestreo dos se encontró un macroinvertebrado de la Familia Hydroptilidae, mientras que en el tercer muestreo se encontró dos macroinvertebrados de la Familia Hydropsychidae, dos macroinvertebrados de la Familia Hidrobiosidae, y ocho macroinvertebrados de la Familia Leptoceridae.

Gráfico 6. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Trichoptera

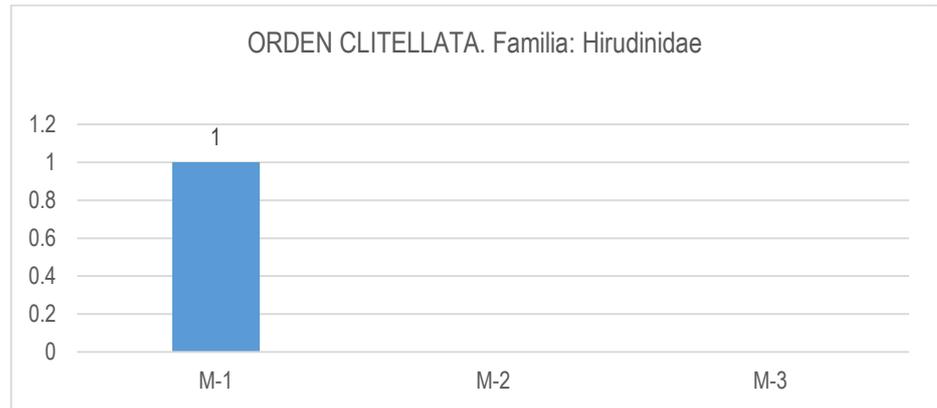


Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

b. Abundancia de Familias del Filo Anélida, Clase Hirudinea

En el Filo Anélida, Clase Hirudinea, se encontró en el primer muestreo un macroinvertebrado del orden Clitellata Familia Hirudinidae (Gráfico 7).

Gráfico 7. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Clitellata

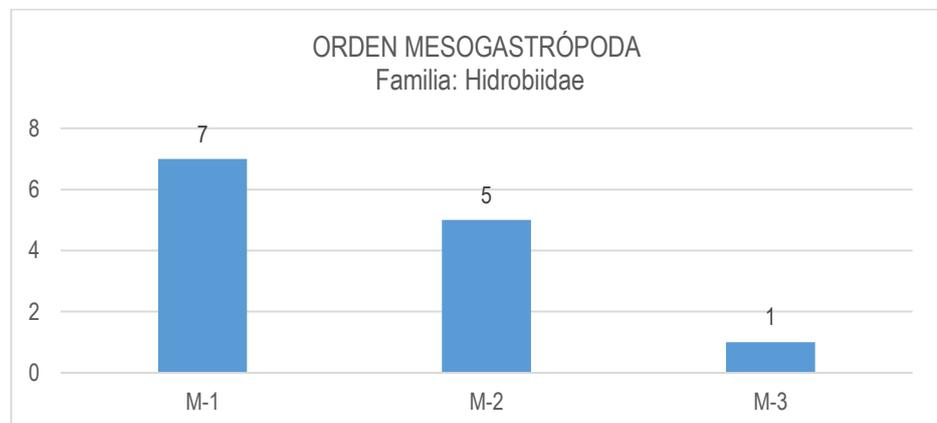


Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

c. Abundancia de Familias del Filo Mollusca, clase Gasterópoda

En el Filo Mollusca, Clase Gasterópoda, según el gráfico 8, en todos los muestreos se encontró macroinvertebrados del Orden Mesogastrópoda; en el muestreo uno, siete macroinvertebrados; en el muestreo dos, cinco macroinvertebrados y el muestreo tres, un macroinvertebrado, todos de la Familia Hidrobiidae.

Gráfico 8. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Mesogastrópoda



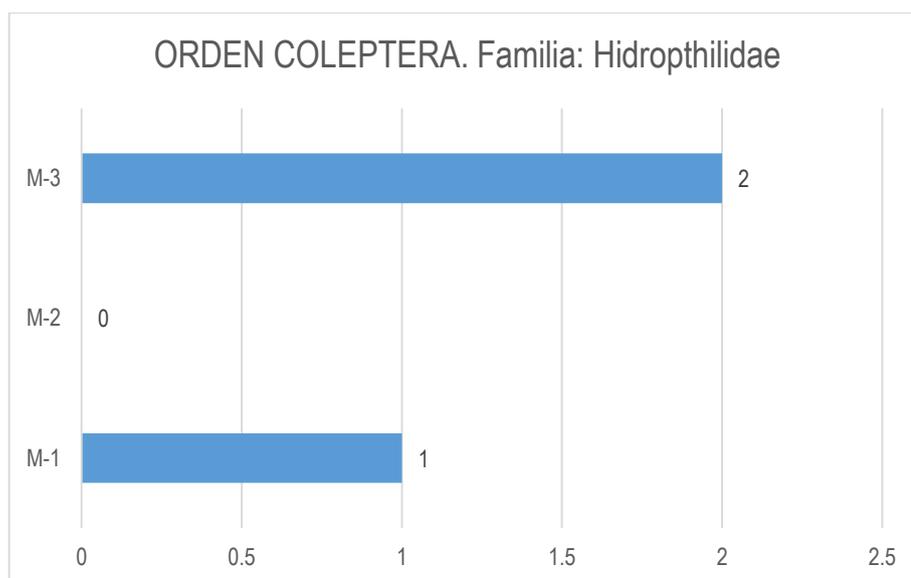
Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

4.2.2. Abundancia de familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en la desembocadura del río Itaya.

a. Cantidad de Familias de macroinvertebrados del Filo Artrópoda, Clase Insecta

En el Filo Artrópoda, Clase Insecta, según el gráfico 9, en el muestreo uno se encontró un macroinvertebrado de la Orden Coleóptera Familia Hydrophilidae, y en el muestreo tres, se encontró dos macroinvertebrados de la misma Familia, pero en el muestreo 2 no se encontró ningún macroinvertebrado.

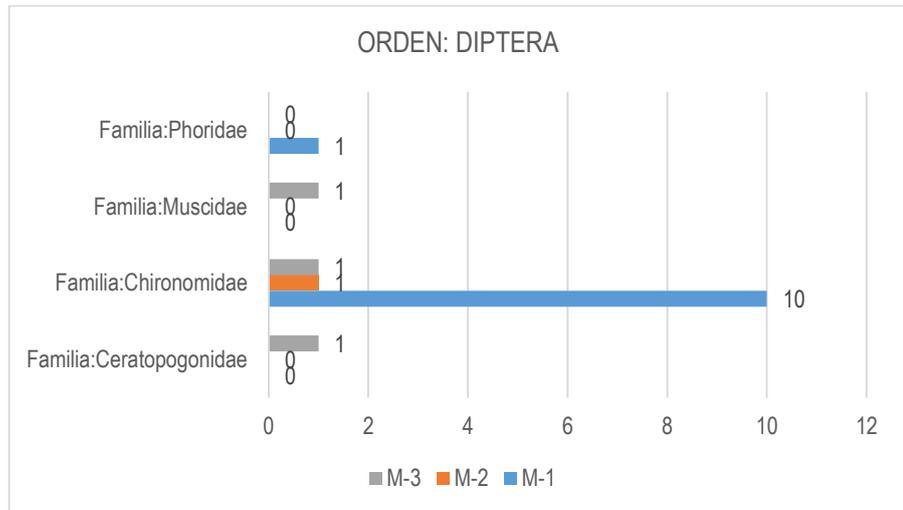
Gráfico 9. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del Orden Coleóptera



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el Orden Díptera, según el gráfico 10, en el muestreo uno, se encontró un macroinvertebrado de la Familia Phoridae, diez macroinvertebrados de la Familia Chironomidae. En el muestreo dos se encontró un macroinvertebrado de la Familia Chironomidae, y en el muestreo tres se encontraron un macroinvertebrado de la Familia Ceratopogonidae, un macroinvertebrado de la Familia Chironomidae y uno de la Familia Muscidae.

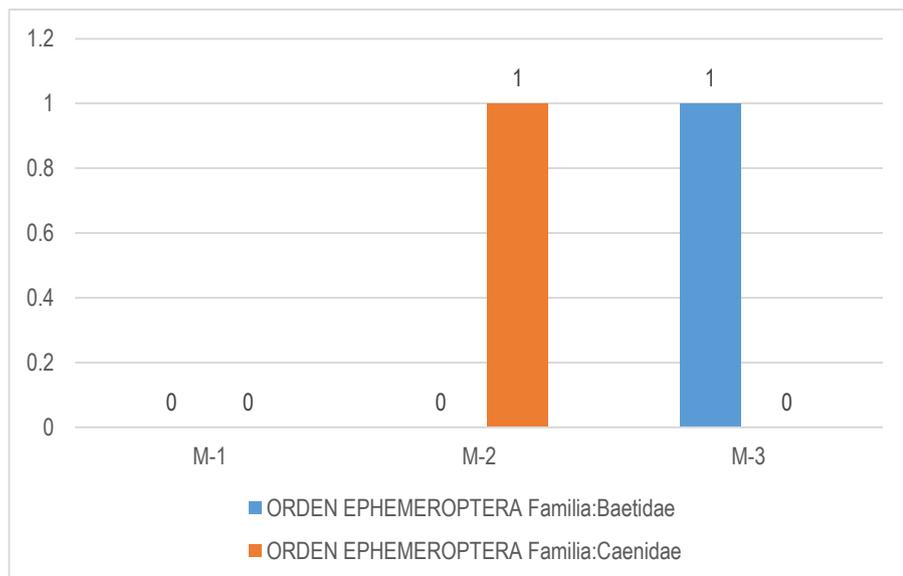
Gráfico 10. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Díptera



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el Orden Ephemeroptera, gráfico 11, en el muestreo uno no se encontró ninguna Familia de macroinvertebrado, en el muestreo dos se encontró un macroinvertebrado de la Familia Caenidae y el muestreo tres se encontró un macroinvertebrado de la Familia Baetidae.

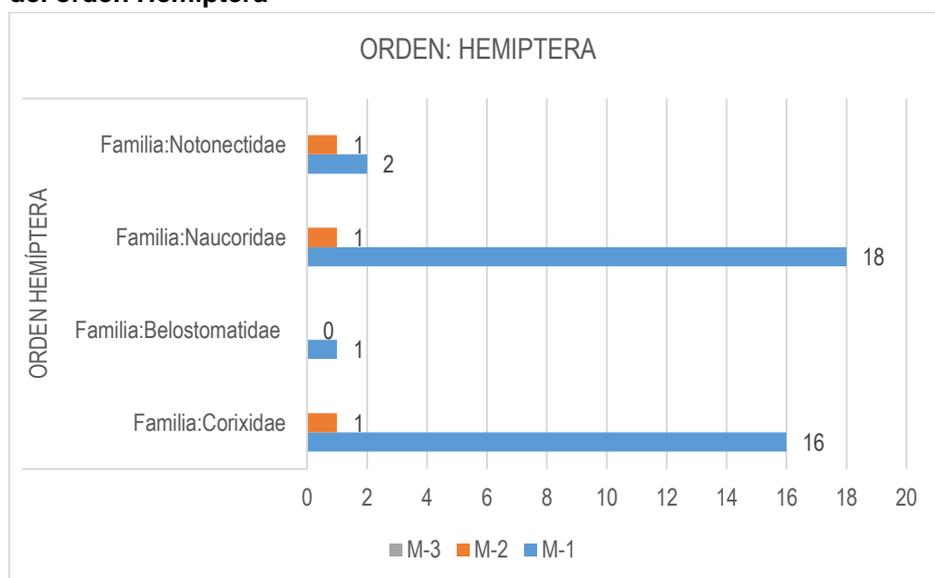
Gráfico 11. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontradas del orden Ephemeroptera



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el Orden Hemíptera, gráfico 12, en el Muestreo uno, se encontraron dieciséis macroinvertebrados de la Familia Corixidae, un macroinvertebrado de la Familia Belostomatidae, dieciocho macroinvertebrados de la Familia Naucoridae y dos macroinvertebrados de la Familia Notonectidae. En el muestreo dos, se encontró un macroinvertebrado de la Familia Notonectidae y un macroinvertebrado de la Familia Naucoridae.

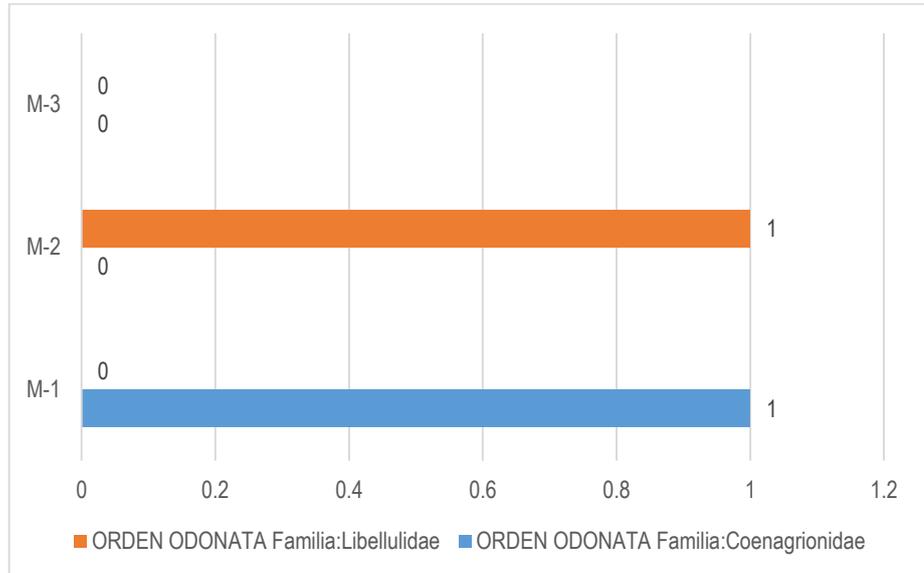
Gráfico 12. Cantidad de Familias encontrados de macroinvertebrados del orden Hemíptera



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

En el Orden Odonata, gráfico 13, en el muestreo uno se encontró un macroinvertebrado de la Familia Coenagrionidae, en el muestreo dos se encontró un macroinvertebrado de la Familia Libellulidae, mientras que el muestreo tres no se encontró ningún macroinvertebrado.

Gráfico 13. Número de Familias de macroinvertebrados encontrados del orden Odonata

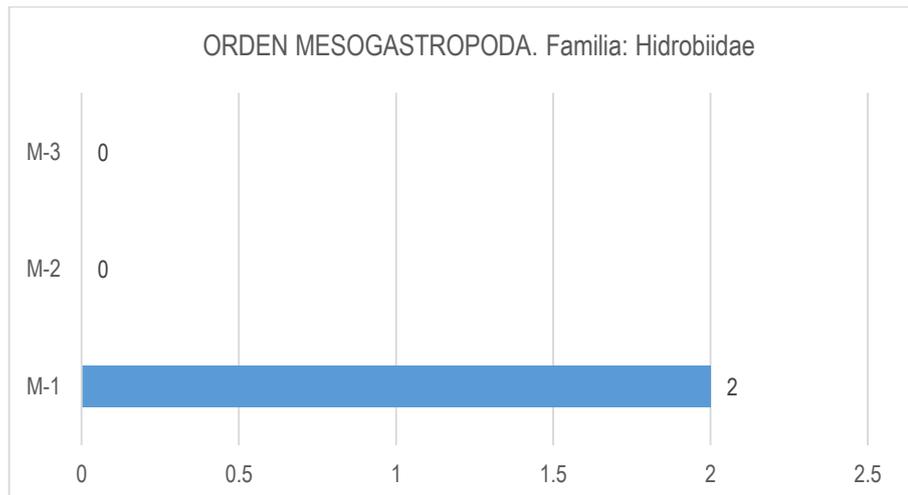


Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

b. Abundancia de especies del Filo Mollusca, Clase Gasterópoda

En el Filo Mollusca, Clase Gasterópoda, gráfico 14, se muestra que en el Orden Mesogastrópoda, en el muestreo uno, se encontró un macroinvertebrado de la Familia Hidrobiidae.

Gráfico 14. Cantidad de Familias de macroinvertebrados encontrados de la orden Mesogastrópoda



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

4.3. Calidad del agua superficial según el índice BMWP/Col.

4.3.1. Calidad del agua superficial del río nanay

En el Cuadro 3, se indica las familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en la desembocadura del río Nanay, y los puntajes asignados a cada una de ellas para encontrar el índice BMWP/Col, el que determinará la calidad del agua

Cuadro 3. Puntaje por familia de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura del río nanay, para el índice BMWP/Col.

FAMILIA	PUNTAJE POR FAMILIA PARA EL INDICE BMWP/COI
Familia:Elmidae	6
Familia:Empididae	4
Familia:Ceratopogonidae	3
Familia:Chironomidae	2
Familia:Muscidae	2
Familia:Baetidae	7
Familia:Caenidae	7
Familia:Leptophlebiidae	9
Familia:Tricorythidae	0
Familia:Belostomatidae	5
Familia:Naucoridae	7
Familia:Coenagrionidae	7
Familia:Libellulidae	6
Familia:Hydropsychidae	7
Familia:Hidrobiosidae	9
Familia:Hydroptilidae	7
Familia:Leptoceridae	8
Familia:Hirudinidae	0
Familia:Hydrobiidae	8
Indice BMWP/Col	104

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

4.3.2. Calidad del agua superficial del río Itaya

En el Cuadro 4, se indica las familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en la desembocadura del río Itaya, y los puntajes asignados a cada una de ellas para encontrar el índice BMWP/Col, el que determinará la calidad del agua.

Cuadro 4. Puntaje por familia de macroinvertebrados encontrados en la desembocadura del río Itaya, para el índice BMWP/Col.

FAMILIA	PUNTAJE POR FAMILIA, SEGÚN EL INDICE BMWP/Col
Hidrophilidae	3
Ceratopogonidae	3
Chironomidae	2
Muscidae	2
Phoridae	0
Baetidae	7
caenidae	7
Corixidae	7
Belostomatidae	5
Naucoridae	7
Notonectidae	7
Coenagrionidae	7
Libellulidae	6
Hydrobiidae	8
Indice BMWP/Col	71

Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo y laboratorio Junio-Julio 2023

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos encontrados en las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya.

Según los muestreos realizados en la desembocadura del río Nanay, se encontró tres (03) Filo Artrópodos, Anélida y Mollusca, mientras que en la desembocadura del río Itaya sólo se encontró los Filo Artrópoda y Mollusca.

En el Filo Artrópoda, en la desembocadura del río Nanay se encontró una (01) sola Clase la Insecta y dentro de esta Clase seis (6) Órdenes con 17 Familias, y en la desembocadura del río Itaya se encontró la misma Clase Insecta dentro del Filo Artrópoda, con cinco (05) Órdenes y catorce (14) Familias.

En ambas desembocaduras de los ríos, Nanay e Itaya, se encontraron las mismas Órdenes, Coleóptera, Díptera, Ephemeroptera, Hemíptera y Odonata, sólo en la desembocadura del río Nanay se encontró además el Orden Trichóptera.

De las diecinueve (19) Familias encontradas en la desembocadura del río Nanay, diez (10) de ellas se encontraron en la desembocadura del río Itaya: Ceratopogonidae, Chironomidae, Muscidae, Baetidae, Caenidae, Belostomatidae, Naucoridae, Coenagrionidae, Libellulidae, e Hidrobiidae. Además se encontraron las siguientes cuatro (04) Familias: Poridae, Corixidae, Notonectidae e Hydrophilidae. En la desembocadura del río Nanay se encontraron nueve (09) Familias más: Elmidae, Empididae, Leptophlebiidae, Tricorytidae, Hidrobiosidae, Hydropsychidae, Hidroptilidae, Leptoceridae e Hirudinidae. Esto nos demuestra que la mayoría de Familias se encuentran en la desembocadura del Nanay en relación con el Itaya, evidenciando que existe una mayor diversidad de macroinvertebrados en las aguas de la desembocadura del río Nanay.

5.2. Abundancia de Familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya.

En la desembocadura del río Nanay se encontraron diecinueve (19) Familias clasificadas en tres (03) Filo, tres (03) Clases y ocho (08) Órdenes, mientras que en la desembocadura del río Itaya, se encontraron catorce (14) Familias clasificadas en dos (02) Filo, dos (02) Clases y seis (06) Órdenes. Esta abundancia de Familias en ambas desembocaduras, explica la diferencia en número de macroinvertebrados encontrados en los muestreos, así en la desembocadura del río Nanay, en los tres muestreos se capturaron 122 macroinvertebrados de las diferentes Familias identificadas, en comparación con el número de macroinvertebrados capturados en la desembocadura del río Itaya que fueron 64. Lo evidencia una mayor cantidad de macroinvertebrados en la desembocadura del río Nanay en relación a la desembocadura del río Itaya.

5.3. Calidad del agua superficial de los ríos nanay e Itaya, según el índice BMWP/Col.

Cada Familia encontrada en los muestreos de las aguas de los ríos Nanay e Itaya, tiene un puntaje otorgado para determinar el Índice BMWP/Col, y de acuerdo a la sumatoria de este puntaje, las aguas del río Nanay tiene un Índice BMWP/Col de 104 y el del río Itaya obtuvo un Índice BMWP/Col de 71.

Según el cálculo del Índice BMWP/Col para la desembocadura del río Nanay de 104 indica que la calidad biológica de las aguas del río Nanay se encuentran dentro de la Clase I, Calidad Buena lo que significa que sus aguas son muy Limpias a Limpias, y asignadas con el color Azul, mientras que las aguas de la desembocadura del río Itaya se encuentran dentro de la Clase II, Calidad Aceptable, lo que significa que sus aguas son ligeramente contaminadas y asignadas con el color Verde.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

A partir de las evidencias empíricas, la discusión y análisis se concluye lo siguiente:

1. Se acepta la Hipótesis alterna los resultados evidencian que la calidad del agua superficial en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay tiene relación con la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes, según el índice BMWP.
2. La mayoría de Familias se encontró en la desembocadura del Nanay en relación con el Itaya, evidenciando que existe una mayor diversidad de macroinvertebrados en las aguas de la desembocadura del río Nanay.
3. En la desembocadura del río Nanay se capturaron 122 macroinvertebrados de las diferentes Familias, en comparación con la desembocadura del río Itaya que fueron 64. Lo evidencia una mayor cantidad de macroinvertebrados se tiene en la desembocadura del río Nanay en relación a la desembocadura del río Itaya.
4. Según el cálculo del Índice BMWP/Col para la desembocadura del río Nanay de 104 indica que la calidad biológica de las aguas del río Nanay se encuentran dentro de la Clase I, Calidad Buena lo que significa que sus aguas son muy Limpias a Limpias, y asignadas con el color Azul.
5. Por su lado las aguas de la desembocadura del río Itaya se encuentran dentro de la Clase II, Calidad Aceptable, lo que significa que sus aguas son ligeramente contaminadas y asignadas con el color Verde.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones arribadas en la presente tesis se recomienda:

1. Continuar realizando estudios de identificación y taxonomía de macroinvertebrados acuáticos que permiten adaptar el índice BMWP en relación al puntaje de las familias para los diversos ríos de la cuenca del Amazonas.
2. Validar las evidencias de abundancia y diversidad de macroinvertebrados acuáticos con los análisis físicos y químicos en relación a la calidad de las aguas superficiales de los ríos amazónicos.
3. Realizar estudios de abundancia y diversidad de macroinvertebrados en diferentes zonas de muestreo a nivel de cuenca, para identificar las zonas de variación de la misma.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **Roldán-Pérez G.** Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 2016; 40(155):254-274. doi: 10.18257/raccefyn.335.
2. **Del C. Guinard, Johana; Ríos, Tomás; Bernal Vega, Juan A.** Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de las cuencas alta y baja del río Gariché, provincia de Chiriquí, Panamá Gestión y Ambiente, vol. 16, núm. 2, agosto-, 2013, pp. 61-70 Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia.
3. **Giacometti V., J. C. (2019).** Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. Boletín Técnico, Serie Zoológica, 6(2). Recuperado a partir de:
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1394>.
4. **PRAT, Narcís, Antoni MUNNÉ, Carolina SOLA, Núria BONADA y María RIERADEVALL (1999).** Perspectivas en la utilización de los insectos acuáticos como bioindicadores de estado ecológico de los ríos. Aplicación a ríos mediterráneos. Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona, Diagonal 645, 08028 Barcelona, España.
5. **Ochoa Vásquez, Marjorie (2019).** Parámetros fisicoquímicos y su influencia en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos, Nauta, Loreto, Perú, 2019. Tesis. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
6. **Gamboa Maribet, Rosa Reyes y Jazzmin Arrivillaga (2008).** Macroinvertebrados Bentónicos como bioindicadores de salud Ambiental. Bol Mal Salud Amb v.48 n.2 Maracay dic. 2008.
7. **Carrera, C. y Fierro, K. (2001).** Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito
8. **Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro. Guía de campo** [Internet]. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino [Citado 23 de abril de 2018]. Disponible en:
<http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/materialesdidacticos/otros/guia-macroinvertebrados.pdf>.
9. **Hanson P, Springer M, Ramírez A.** Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Rev Biol Trop [Internet]. 2010[Citado 13 de abril de 2018]; 58(4):3-37. Disponible en:

<http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58s4/a01v58s4.pdf> Alba-Tercedor J.
Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)[Internet]. 1996[Citado 30 de abril de 2018]; 2:203-213. Disponible en: <https://www.researchgate.>,

10. [net/profile/Javier_AlbaTercedor/publication/237225203_Macroinvertebrados_acuaticos_y_calidad_de_las_aguas_de_los_rios/links/540588d90cf23d9765a6fcd7/Macroinvertebrados-acuaticos-y-calidad-de-las-aguas-de losrios.pdf?origin= publication_detail](https://www.researchgate.net/profile/Javier_AlbaTercedor/publication/237225203_Macroinvertebrados_acuaticos_y_calidad_de_las_aguas_de_los_rios/links/540588d90cf23d9765a6fcd7/Macroinvertebrados-acuaticos-y-calidad-de-las-aguas-de-losrios.pdf?origin=publication_detail).
11. **Prat N, Ríos B, Acosta R, Rieradevall M.** Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas. En: Domínguez E, Fernández HR (Eds). Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán. Argentina. Disponible en: <http://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf>.
12. **Ladera, Rubén (2012).** Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. Disponible en: [file:///C:/Users/HP/Downloads/DialnetLosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDel Es-4015812.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/DialnetLosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDelEs-4015812.pdf).
13. **Paul Hanson, Monika Springer & Alonso Ramirez.** Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001#Correspondencia1 9. IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2020). Que macroinvertebrado eres. Disponible en: <https://www.gob.mx/imta/es/articulos/que-macroinvertebrado-eres?idiom=es>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Titulo de la investigación	Problema de investigación	Objetivos de la investigación	Hipotesis	Tipo de diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección
<p>MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS ITAYA Y NANAY- IQUITOS, LORETO 2023.</p>	<p>¿Es posible determinar la calidad de las aguas a partir de la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes en los ecosistemas acuáticos en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay, Iquitos?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la calidad del agua superficial a través bioindicadores acuáticos (macroinvertebrados) en la desembocadura de los ríos Itaya y Nanay, Iquitos</p>	<p>H₀ : La calidad del agua superficial en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay no tiene relación con la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes de acuerdo al índice de BMWP.</p>	<p>Es una investigación cuantitativa del tipo Observacional, Analítico, transversal. La información primaria a través de la toma de muestras de campo, la observación, identificación en laboratorio y determinar mediante el cálculo del Índice BMWP la calidad biológica de las aguas superficiales de los ríos Nanay e Itaya.</p>	<p>La población está conformada por las características físicas, químicas y biológicas de las aguas superficiales de cuencas de los ríos Itaya y Nanay. Las muestras están determinadas por los puntos de muestreo en la desembocadura de los ríos Itaya y Nanay .</p>	<p>Para el acopio de información primaria se procederá según el protocolo de toma de muestras biológicas en el agua superficial, su conservación, dilución y observación e identificación en laboratorio; mientras que la determinación de la calidad biológica será a través del Índice BMWP.</p>
		<p>Objetivos específicos: 1. Estudiar la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes en los ecosistemas acuáticos en la desembocadura de los ríos Itaya y Nanay.</p>	<p>H₁: La calidad del agua superficial en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay tiene relación con la abundancia y diversidad de macroinvertebrados presentes de acuerdo al Índice BMWP.</p>			
		<p>Objetivos específico 2: Determinar la calidad del agua en las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay, mediante el Índice de BMWP</p>				

Anexo 2. Puntaje de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col

FAMILIA	PUNTAJE
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamaceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Plycentropodidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libelludidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hidropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipullidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae.	2
Tubificidae	1

Anexo 3. Calidad biológica del agua para el Índice BMWP/Col

CLASE	CALIDAD	BMWP/Col	SIGNIFICADO	COLOR
I	BUENA	101-120	Aguas muy limpias a limpias	AZUL
II	ACEPTABLE	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	VERDE
III	DUDOSA	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	AMARILLO
IV	CRITICA	16-35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	MUY CRITICA	<15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO