



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

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL RIO KUSHAPUKOS EN EL CANTÓN TIWINTZA,
PROVINCIA DE MORONASANTIAGO 2022.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
BIÒLOGA

AUTORA:
HILAÑO CARRILLO PAOLA ALEXANDRA

TUTOR ACADÉMICO:
BLGO. XAVIER VICENTE PIGUAVE PRECIADO, M.Sc.

LIBERTAD – ECUADOR
2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE ENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL RIO
KUSHAPUKOS EN EL CANTÓN TIWINTZA, PROVINCIA DE MORONA
SANTIAGO 2022.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

BIÒLOGA

AUTORA:

HILAÑO CARRILLO PAOLA ALEXANDRA

TUTOR ACADÉMICO:

BLGO. XAVIER VICENTE PIGUAVE PRECIADO, M.Sc.

LIBERTAD – ECUADOR

2023

DEDICATORIA

A Dios que me ha permitido seguir alcanzando cada peldaño a lo largo de mi vida estudiantil, y así poder culminar esta etapa de mi carrera profesional.

A mis padres que me han brindado su apoyo incondicional, que me han permitido seguir mis sueños, con su apoyo emocional, inculcando siempre los buenos valores para tener una ética profesional correcta.

A mi hermana, que es mi mejor amiga que me apoya en los momentos difíciles, mi motivo para seguir luchando por mis sueños y aspiraciones.

A mis amigas Cindy, Genessis, Pamela quienes conocí al principio de mi carrera y con las que he compartido muchas aventuras, alegrías, tristezas y nos hemos apoyado hasta el final.

A mi familia en general que siempre estuvo pendiente de mí brindando su apoyo moral en esta última fase de mi etapa de mi carrera profesional.

A mí porque demostré una vez más que puedo lograr mis sueños, que se puede superar las adversidades con perseverancia y optimismo.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades y personal Académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por liderar el proceso de formación profesional.

En particular al Blgo Xavier Vicente Piguave tutor de tesis porque con sus ideas científicas profesionales oriento el trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por la idea y resultados expuestos en este trabajo de integración curricular me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Paola Hilaño

Hilaño Carrillo Paola Alexandra

C.I. 1754869947

TRIBUNAL DE SUSTENTACION



Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc

Decano

Facultad Ciencias del Mar



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

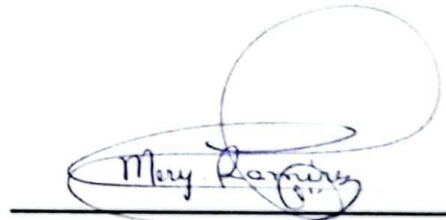
Director

Carrera Biología



Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.

Docente Tutor



Q.F. Mery Ramírez Muñoz, Mgt.

Docente de Área



Ab. María Rivera González, Mgt.

Secretaría General

INDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	13
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3.	JUSTIFICACIÓN	16
4.	OBJETIVOS.....	17
4.1	OBJETIVO GENERAL:.....	17
4.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	17
5.	HIPÓTESIS	18
6.	MARCO TEÓRICO.....	19
6.1	IMPORTANCIA DE LOS RÍOS	19
6.2	CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS.....	19
6.3	QUE ES UN BIOINDICADOR.....	20
6.4	BIOINDICADORES ACUÁTICOS	20
6.5	MACROINVERTEBRADOS BIOINDICADORES	21
6.6	PRINCIPALES GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA	22
6.7	ÍNDICE BMWP.....	22
6.8	ÍNDICES DE ECOLÒGICOS.....	23
6.8.1	ÍNDICE DE MARGALEF.....	23
6.8.2	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	23
6.8.3	ÍNDICE DE SIMPSON.....	24
7.	MARCO METODOLÒGICO	25
7.1	ÁREA DE ESTUDIO	25
7.2	METODOLOGÍA	25
7.3	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS ESTADÍSTICOS	27
7.4	ESTACIONES DE MUESTREO	28
7.5	METODOLOGÍA PARA RECOLECTAR MACROINVERTEBRADOS ÁCUATICOS.....	29
7.5.1	RECOLECTA DE MUESTRAS	29

7.5.2	RECOLECTA CON LA RED D-NET O RED SURBER.....	30
7.5.3	RECOLECTA CON LA RED DE PANTALLA	31
7.6	FASE LABORATORIO	32
7.7	REGISTRO DE DATOS	32
7.8	CÀLCULOS DE INDICES ECOLÒGICOS	33
7.9	ÍNDICES DE DIVERSIDAD	34
7.10	SPECIES INDICADORAS	35
8.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	38
8.1	Composición y Frecuencia de macroinvertebrados en el río Kushapukos	38
8.2	Distribución y abundancia de macroinvertebrados	39
8.3	Índices BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party para-Colombia)	41
8.4	Índices Ecológicos.....	42
8.4.1	Diversidad y Dominancia.....	42
9.	DISCUCIÓN	47
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
10.1	CONCLUSIONES.....	51
10.2	RECOMENDACIONES.....	52
11.	BIBLIOGRAFÍA	54
12.	ANEXOS	65

Índice de Tablas

Tabla 1 Registro de las coordenadas de las estaciones de muestreo en el río Kushapukos. Fuente: Handy GPS.....	28
Tabla 2 Hoja de campo, registro de los organismos por estación de muestreo. Fuente: Hilaño,2023.	32
Tabla 3 Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col Fuente: Roldán, 2003.....	35
Tabla 4 Puntajes de calidad y valores asignados al índice BMWP/Col Fuente: Roldán, 2003.....	36
Tabla 5 Distribución, abundancia y frecuencia relativa de macroinvertebrados en el río Kushapukos	39
Tabla 6 Valor BMWP/Col que muestra la tolerancia de las especies de macroinvertebrados encontrados en la zona de estudio a contaminantes. Fuente: Hilaño, 2023	41
Tabla 7 Tabla base de los valores y puntajes de calidad al índice BMWP/Col: Fuente: Roldán, 2003	41
Tabla 8 Ficha de Macroinvertebrados colectados e identificados en el río Kushapukos. Fuente: Hilaño,2023.....	63

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de ubicación del proyecto, Ecuador - Provincia de Morona Santiago, Cantón Tiwintza. Fuente: Hilaño, 2023 (QGIS)	25
Figura 2 Ubicación de las estaciones de muestreo en el Balneario Shirim en el Cantón Tiwintza – Provincia de Morona Santiago Fuente: Hilaño, 2023	26
Figura 3 Red Surber para el muestreo de macroinvertebrados acuáticos. Fuente: Hilaño, 2023	29
Figura 4 Método de uso de las Red Surber para el muestreo de Macroinvertebrados. Fuente: Carrera y Fierro, (2001).....	30
Figura 5 Red de Pantalla para el muestreo de macroinvertebrados acuáticos. Fuente: Hilaño, 2023.	31
Figura 6 Metodología de uso de la Red de Pantalla para el muestreo de macroinvertebrados. Fuente: Carrera y Fierro, (2001)	31
Figura 7 Estereomicroscopio de 10x WF con aumento de 2x, 4x, equipo de disección, caja Petri y frascos de muestras. Fuente: Hilaño, 2023	32
Figura 8 Frecuencia de familias de macroinvertebrados colectadas por estación de muestreo en el río Kushapukos. Fuente: Hilaño, 2023.....	37
Figura 9 Abundancia relativa de macroinvertebrados por estación de muestreo en el río Kushapukos. Letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test a posteriori de Tukey. Fuente: Hilaño, 2023	40
Figura 10 Índice de Simpson (Riqueza de especies) de macroinvertebrados por estación de muestreo en el río Kushapukos. Los resultados obtenidos se presentan como barras \pm DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. Fuente: Hilaño, 2023	42
Figura 11 Índice de Shannon - Wiener (Riqueza de especies) de macroinvertebrados por estación	

de muestreo en el río Kushapukos. Los resultados obtenidos se presentan como barras \pm DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. Fuente: Hilaño, 202343

Figura 12 Índice de Shannon - Wiener (Riqueza de especies) de macroinvertebrados por géneros en el río Kushapukos. Los resultados obtenidos se presentan como barras \pm DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según A ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. Fuente: Hilaño, 202344

Figura 13 Índice de Simpson (Dominancia) de macroinvertebrados por géneros en el río Kushapukos. Los resultados obtenidos se presentan como barras \pm DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. Fuente: Hilaño, 202345

ABREVIATURA.

IBGN (Índice Biológico General Normalizado)

BMWP (Biological Monitoring Working Party)

RIVPACS (The River Invertebrate Prediction and Classification System)

IBF (Índice Biótico de Familias)

EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)

UTM (Universal Transverse Mercator)

GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DEMACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL RIO KUSHAPUKOS EN EL CANTÓN TIWINTZA, PROVINCIA DE MORONASANTIAGO 2022-2023.

Hilaño Carrillo Paola Alexandra
Blgo. Xavier Vicente Piguave Preciado, M.Sc.

RESUMEN

Se analizó la fauna de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos en cuatro zonas en el río Kushapukos en la provincia de Morona Santiago, cantón Tiwintza. El presente estudio tiene como objetivo determinar la calidad del agua a partir de la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cuatro estaciones del río de fácil acceso con la finalidad de un diagnóstico del estado actual del área en estudio. Se establecieron cuatro estaciones de muestreo en diferentes zonas de la cuenca para la colecta de macroinvertebrados, contando que cada punto fue Georreferenciado con un GPS (Handy GPS; posición UTM), además, se recolectaron dos muestras por estación, dos veces al mes, utilizando la red de Surber (1.50m²), tres veces durante un minuto cada vez y con la red de pantalla de igual manera, las muestras obtenidas se etiquetaron en frascos de plásticos, y se almacenaron en alcohol al 75% para posteriormente ser transportadas para el respectivo análisis en el Laboratorio de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Se registraron un total de 8 géneros distribuidas en 8 familias con 6 órdenes representativos, dentro de los órdenes registrados están Hemiptera, Ephemeroptera, Coleóptera, Trichoptera, Díptera y Odonata, obteniendo el índice BMWP/Col utilizado para la categorización del área de estudio con un valor de 45 BMWP/Col que corresponde a los valores de clase III con una calidad “dudosa” referente al valor 36-60 del índice que representan a “Aguas moderadamente contaminadas”. Se evidencia que la presencia de perturbaciones altas da lugar a la degradación del ecosistema lo cual se verá reflejado en la biota de macroinvertebrados.

Palabras clave: Morona Santiago, Tiwintza, Macroinvertebrados acuáticos, Calidad del agua.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad la humanidad ha usado los ríos, aguas subterráneas y humedales, desarrollando varias actividades como la agricultura, pesca, ganadería, desarrollo urbano, industria entre otros (Baron et al., 2022), sin sopesar en los efectos adversos que se pueden desarrollar sobre los ecosistemas, su diversidad biológica y rendimiento de los cuerpos de agua, sin embargo, debido a esto muchos recursos acuáticos han sufrido alteraciones físicas - químicas que alteran su composición y a su vez a la biodiversidad en él (Díaz & Torres, 2000). Se percibe que de los estudios ambientales en el que se emplea el uso de organismos bioindicadores, estos organismos llegan a ser específicamente perceptibles a la calidad de distintos factores ambientales y a sus cambios. Dicho de otro modo, que la presencia o la ausencia de una especie puede indicarnos si existe una alta calidad de agua y otros factores ecológicos.

En este estudio se prevé mostrar a los organismos macroinvertebrados como uno de los indicadores biológicos factibles y seguros, además que se comprende por otras investigaciones estos organismos son los más utilizados en la valoración de los ecosistemas fluviales del mundo. Según Alba-Tercedor (1996); Zúñiga (2001) y Pino et al. (2003); en Arroyo y Encalada (2009) consideran que, debido a los particulares requerimientos especiales y adaptaciones evolutivas en ciertas condiciones ambientales, no obstante, los transforman en especies con unos límites de tolerancia específicos referentes a las diferentes perturbaciones que presenten en su hábitat. En efecto a ello se hallan diversos métodos en los que se examinan a los invertebrados de mayor tamaño por su efectividad como indicadores en la calidad de agua por ello fueron empleados en Europa por alrededor de un siglo, sin embargo, estos trabajos son el punto de partida que han escrutado a nivel de diversos países los índices como tal o las diferentes organizaciones que relacionan la fauna de los bentos con la calidad de las aguas en las que yacen. (D Carolina Arroyo, J & Andrea Encalada, 2009). De igual forma, así como el índice de Biological Monitoring Working Party (BMWP), The River Invertebrate Prediction and Classification System (RIVPACS) y el Índice Biótico de Familias (IBF) (Figueroa et al., 2003; Alba-Tercedor, 1996; Zimmerman, 1993 y Roldán, 2003; Arroyo y Encalada, 2009).

Es necesario resaltar que, se conoce que los organismos invertebrados son el grupo de animales más grande y diverso del planeta, no tienen preferencia por un hábitat específico, así que se les denomina cosmopolitas, no obstante, estas comunidades de macroinvertebrados son propuestas como los mejores bioindicadores de contaminación acuática, debido a su apremiante abundancia y que en efecto se encuentren prácticamente en todos los ecosistemas de agua dulce, dentro este amplio campo de organismos se halla un grupo de órdenes naturalmente utilizados para estimar la calidad ambiental debido a su sensibilidad y tolerancia, estos son: Ephemeroptera, Trichoptera, Plecóptera, Díptera, Odonata y Coleóptera (Morales & Cárdenas, 2015).

El cantón Tiwintza se encuentra localizado al sureste del Ecuador en la provincia de Morona Santiago, el territorio se extiende desde los valles de los ríos de Santiago y Morona en la parte baja de las estribaciones de la cordillera del Cutucú hasta la frontera con la República del Perú, en la cordillera del Cóndor, sin embargo, por su topografía y ubicación privilegiada la ciudad de Tiwintza posee una flora y fauna variada, que muchas de ellas aún se desconoce para la ciencia por su amplia diversidad y situación inalterada (MAPNALL, 2023). Al mismo tiempo se percibe que, debido a la presencia de la minería ilegal, la tala indiscriminada, la pesca con prácticas dañinas (barbasco) y el desmesurado crecimiento de las comunidades han provocado que en la amazonia ecuatoriana muchos de los ríos se ven alterados, ya que muchos de los contaminantes desfogan directamente en las cuencas hídricas, aquí se ve marcado la contaminación por aguas servidas en algunas comunidades por no tener servicio de alcantarillado, contaminación por mal manejo de los desechos sólidos en las comunidades.

Muchos de los desperdicios se producen de la extracción de los minerales como el oro, materiales pétreos para la construcción, la descomposición de la materia orgánica procedente de la tala de los árboles y la vegetación en las zonas altas. Por consiguiente, este estudio tiene como objetivo principal precisar la calidad del agua a partir de la riqueza de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cuatro zonas del río Kushapukos con la finalidad de un diagnóstico del estado actual del área en estudio. Basados en el método de BMWP (Biological Monitoring Working Party) índices ecológicos y clasificación de especies como indicadores de calidad de agua.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Es naturalmente percibido que, debido a la creciente expansión en la frontera agrícola, acuícola, ganadera, la demanda de los recursos hidrobiológicos tanto la minería ilegal que ocasionan perturbaciones que tienen un efecto variable sobre la integridad de los ambientes fluviales y sus biotas asociadas, sin embargo, cambios permanentes en la estructura del hábitat -como la colmatación de cauces, por ejemplo- tienen un efecto directo y negativo sobre la riqueza y abundancia de insectos acuáticos y peces (Zamudio, Sierra, Tarancón y Olalde, 2019).

La contaminación de los recursos hídricos tiene muchas fuentes de aporte en ellas como las aguas servidas de hogares, fluidos de industrias, vertidos de minería ilegal en las riberas de los ríos, basureros en espacios abiertos cerca de las cuencas o vertientes naturales, lavado de contenedores con agroquímicos, escorrentía de fluidos de cultivos agrícolas y acuícolas, así mismo todas estas actividades generan sustancias tóxicas que perjudican la vida de los seres vivos que habitan o forman parte de los ecosistemas acuáticos y en muchas ocasiones son la principal causa de la mortandad de especies que se ven reducidas en su población.

El uso de prácticas de pesca precarias o destructivas como el uso de dinamita para matar o aturdir a los peces, el empleo de barbasco o venenos diluidos en la cuenca para la pesca que causa un efecto terrible sobre la biota acuática, no sólo envenena o mata a los peces grandes que son los más comerciales, acaba con huevos, larvas, juveniles de peces y una diversidad de otras especies presentes en el ecosistema natural del río, así mismo las alteraciones por la presencia de metales pesados provocados por la presencia de la minería artesanal o ilegal en diferentes riberas de ríos provocando que muchas de las comunidades de peces o comunidades que se benefician del recurso hídrico se vean afectadas, la alteración en los ríos por la extracción de materiales para la construcción, dando un ejemplo el río Pastaza del cual se extrae material rocoso para diferentes actividades alterando el cauce original de estas aguas (Lema Henry, 2014).

3. JUSTIFICACIÓN.

A través del tiempo se puede observar un cambio radical en los distintos ecosistemas que cada vez se ven afectados por alteraciones causadas por el hombre, una de estas la degradación en los ambientes acuícolas, la reducción en su biodiversidad y la contaminación presente. Durante muchos años en Ecuador, el manejo del agua se ha centrado en iniciativas para mejorar el aprovisionamiento de este líquido vital en la calidad necesaria para su uso y consumo. A esto suele sumarse la limitada disponibilidad de recursos económicos para conservación de fuentes primarias de agua y de un criterio de manejo a nivel de cuenca hidrográfica como unidad de análisis. Por consiguiente, los esfuerzos por prevenir la contaminación y recuperar los cuerpos de agua contaminados han sido mínimos, o su alcance ha respondido a intereses particulares (Solanes & Peña, 2003).

Según, Harold & Kim (2004) en el staff de Georgia Adopt-A-Stream, fijan a la contaminación ambiental como “Alteración ambiental causada por la materia de desecho descargados al medio, dañando la salud humana y los Ecosistemas”, debido a ello, se establecen ciertos organismos como indicadores ambientales que favorecen al predecir el deterioro ambiental de los ecosistemas, de este modo uno de los indicadores más factibles son los ensambles de organismos que constituyen las comunidades acuáticas. Jara (2002), también señaló que las poblaciones de peces y macroinvertebrados encontrados en los cuerpos de agua de un ecosistema fluvial en específico que se manifiestan en el mayor parte de su existencia allí, asociándose a singularidades típicas del agua, por lo que, constituyen en potenciales en indicadores de calidad de esta.

Se percibe como bioindicador al concepto aplicado de una evaluación de calidad de agua con el manejo y empleo de una especie o en este caso el ensamble de especies que represente en que efecto poseen los requerimientos particulares en relación a uno o al conjunto de variables físicas o químicas que se aplican, dicho esto, los cambios que representan la presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de estas especie en particular, indicando que las variables físicas-químicas que son consideradas, se localizan cerca de los límites de tolerancia (Rosemberg & Resh, 1993).

Principalmente este trabajo busca transmitir a la ciudadanía de Tiwintza sobre el estado de calidad de uno de sus afluentes acuáticos que beneficia a toda la comunidad Shuar Kim.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar la calidad del agua a partir de la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cuatro zonas del río Kushapukos con la finalidad de un diagnóstico del estado actual del área en estudio.

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO:

- Clasificar los géneros más representativos de macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Kushapukos a través de la colecta de estos y su identificación.
- Evaluar la presencia o ausencia de organismos macroinvertebrados bioindicadores observando su relación con la calidad de agua mediante su identificación.
- Determinar el grado de contaminación del cuerpo de agua a partir del cálculo de la biodiversidad y según los índices de Margalef, Simpson, Shannon y el BMWP (Biological Monitoring Working Party).

5. HIPÓTESIS:

Hipótesis de estudio (H0):

La estructura comunitaria de macroinvertebrados acuáticos en relación a 4 zonas de estudio, una permitirá discriminar grados de estrés ambiental causado por los diversos factores involucrados con la contaminación.

6. MARCO TEÓRICO.

6.1 IMPORTANCIA DE LOS RÍOS

Los ríos constituyen un sistema de circulación lineal, vectorial, jerarquizado, estructurado para trasladar sedimentos o fluidos vitales a través de las Cuencas Hidrográficas y sus desembocaduras, realizando complejas reacciones dinámicas, energéticas, químicas y bioquímicas con el propósito de dar sustento en todo su recorrido a la vida en sus diferentes formas (Díaz & Torres, 2000).

Los ríos forman parte de ciclo hidrológico, conectando los glaciares con los océanos, empleando un papel especializado en la erosión, transporte, selección y sedimentación en las cuencas de depósitos como los aluviales, conos, entre otros, sin embargo, de este modo los ríos y sus cuencas constituyen el motor biológico del planeta, ya que son parte de los pilares necesarios para el desarrollo de la vida en la tierra y de muchas de las comunidades humanas, no obstante, desde un enfoque social y económico que tienen los ríos desde el principio de su desarrollo es el aprovechamiento como medio de comercio, transporte, sustento de alimento y producción energética (Zapatero & Elozegi, 2009).

6.2 CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS

La contaminación de aguas es un problema de gravedad mundial con una gran importancia, con un impacto total en los países en desarrollo, debido a que la gran mayoría de estos países descargan cerca del 90% de sus aguas residuales directamente en ríos, lagos, por consiguiente en el mar todo esto sin ningún tratamiento previo (Olguín et al., 2010).

El conflicto entre el hombre y el medio ambiente comenzó a desarrollarse con el paso de la industrialización, la rápida creciente de los poblados y diversas actividades antropogénicas que son la causa de la contaminación de los sistemas fluviales ya sea de manera directa o indirectamente afectando así la calidad de esta, dando la importancia de su rol en la ecología e igual manera

generando un impacto negativo en la salud humana.

6.3 QUE ES UN BIOINDICADOR

Son organismos que son especialmente sensibles a la calidad de distintos factores ambientales y a las diversas alteraciones de estos, queriendo decir que la presencia o la ausencia de un organismo puede mostrar sí se percibe una alta calidad de agua, aire, nutrientes, o todo lo contrario dependiendo de los resultados. Por ende, cuando se produce alguna alteración del entorno ya sea natural u ocasionado por el hombre, algunas de las especies desarrollan una respuesta determinada incluso pueden acumular el contaminante y serviría para detectarlo (Editora, 2018).

Se puede considerar como una buena especie u organismo bioindicador al que tiene baja tolerancia y alta sensibilidad a los cambios, alteraciones del medio en el que subsisten, de igual manera estos organismos tras la exposición a diversos contaminantes presentaran cambios o alteraciones como un deterioro fisiológico, cambios morfológicos o radicalmente en la desaparición del organismo en el ecosistema.

Entre la amplia gama de organismos en los ecosistemas los más frecuentados para usar como bioindicadores son los líquenes, plantas, insectos, y entre los más preferidos por los investigadores esta la herpetofauna, no obstante, en caso de la aplicación de herpetofauna se aplican sin duda porque son organismos especialmente sensitivos a las alteraciones en su ecosistema, de esto desprende que podremos determinar la calidad o pureza de un ecosistema acuático. Sin embargo, esto servirá para reconocer qué elemento está contaminando un hábitat para que se pueda buscar las herramientas más efectivas para remediarlo, o, para un futuro empleo de bioindicadores (De la Lanza; Hernández y Carbajal, 2000).

6.4 BIOINDICADORES ACUÁTICOS

En muchas investigaciones nuevas el uso de bioindicadores se está proponiendo como una nueva herramienta estrella para percibir la calidad del agua, pero no queriendo desplazar los métodos

tradicionales de los diversos análisis fisicoquímicos (Ruth C Herbas A; Francis R Ostoic & Ariel Gonzales R, 2006). Es así como el empleo facilita en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que el empleo de este método sólo requiere de la correcta identificación y cuantificación de los organismos basados en la correcta manipulación de las claves taxonómicas y en técnicas de contajes lo cuales están ajustados a intervalos que consideran la calidad del agua (Raz-Guzmán, 2000).

Se percibe en diversas investigaciones que las respuestas de las comunidades de organismos acuáticas a las perturbaciones o alteraciones ambientales son superiores e útiles para evaluar el impacto ecológico de los distintos tipos de contaminación, residuos de los hogares, agrícolas, industriales y diferentes tipos de impacto con respecto a otros usos del suelo sobre los cursos de aguas superficiales, así mismo, estas indagaciones suponen una nueva herramienta adecuada para el planteamiento de caudales ecológicos y con la realización de estos estudios, se lleva a cabo índices bióticos, basados en la ordenación y ponderación de las especies de macroinvertebrados presentes en las aguas según su tolerancia a la contaminación orgánica, entre los existentes índices destacamos; el IBGN (Índice Biológico General Normalizado) y el BMWP (Biological Monitoring Working Party) (Aguirre- Andrade, 2011).

6.5 MACROINVERTEBRADOS BIOINDICADORES

Uno de los métodos que facilitan la evaluación del deterioro ambiental un ecosistema acuático debido a un contaminante es insustituible escoger y seleccionar dentro de una comunidad de organismos que señalen la calidad de agua y principalmente percibir su debido papel en la biota que caracteriza la zona de estudio. En efecto la señalización de estos grupos de organismos acuáticos mayoritariamente empleados para los monitoreos, son los invertebrados de gran tamaño de la asociación bentónica (Domínguez & Fernández, 2009).

Estos organismos de macroinvertebrados bentónicos son aquellos que habitan y se desarrollan en el fondo de los ríos o lecho fluvial, además, son considerados macroinvertebrados porque pueden ser vistos a simple vista y que son de tamaño grande midiendo entre 2 mm y 30 cm de longitud. Entre

los invertebrados más importantes son los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Coleóptera, Odonata y Díptera. Sin embargo, su gran diversidad taxonómica y sus diferentes ciclos de vida forman de los macroinvertebrados como excepcionales indicadores de la calidad ecológica en los ecosistemas acuáticos ya que presenta un amplio intervalo de resultados a las diferentes perturbaciones ambientales (Roldán, 2016).

6.6 PRINCIPALES GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se sabe que las comunidades de organismos macroinvertebrados son percibidas como los excelentes bioindicadores de contaminación de los ecosistemas acuáticos, en efecto a que son muy abundantes con facilidad de ser localizados en todos los ecosistemas de agua dulce (lagos, lagunas, ríos. etc.) además que su recolección es simple y de reducido costo (Rosemberg & Resh, 1993; en Gamboa, Reyes y Arrivillaga, 2008)

Es así como tenemos entre los órdenes de insectos naturalmente utilizados en este estudio para estimar la calidad ambiental son: Ephemeroptera, Trichoptera, Plecóptera, Díptera, Odonata y Coleóptera (Gamboa, Maribet, Reyes, Rosa, & Arrivillaga, 2008), por ello en esta investigación se exhibe a las especies de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de un ecosistema y su empleo a partir de los índices biológicos (BMWP, IBMW, BMWQ, IBF, EPT) para poder conceptuar los niveles tolerancia de los bentos a los diversos contaminantes, del mismo modo las respuestas funcionales de estos organismos a dichos contaminantes(Sánchez-Herrera, 2005).

6.7 ÍNDICE BMWP

Se conoce que el índice BMWP o Biological Monitoring Working Party se instituyó en la ciudad de Inglaterra por el año 1970, como un método simplificado que asigna un puntaje numérico en

todos los grupos de macroinvertebrados que son identificados al taxon de familia, manteniendo como requisito datos cualitativos en la presencia o ausencia de organismos de los muestreos realizados, sin embargo, este puntaje numérico asignado va desde el 1 al 10 todo de acuerdo con la tolerancia a la contaminación y percibiendo que las familias más sensibles tienen una puntuación numérica que va desde el 10 (altamente sensible) y a 1 que apremia a las menos sensibles (Alba-Tercedor, 1996).

El valor de tolerancia se retribuye una sola vez por cada familia, independientemente de la porción de individuos que sean recolectados. El valor del índice para cada sitio se obtiene sumando los valores de tolerancia (t_i) de cada familia ($BMWP = \sum t_i$). Este valor permite determinar la calidad de agua de acuerdo con las categorías de sensibilidad (Álvarez, 2006).

6.8 ÍNDICES DE ECOLÓGICOS

6.8.1 ÍNDICE DE MARGALEF

Se entiende que el Índice de Margalef, funciona naturalmente como una medida empleada en la ecología para poder conceptuar la diversidad de un grupo de especies en base a la distribución numérica de los especímenes de las diversas especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada (Academic, 2010).

Así pues, en donde: I es la biodiversidad; S es el número de especies presentes; y N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies), del mismo modo, la notación \ln denota el logaritmo neperiano de un número.

En efecto valores inferiores a 2 bits son considerados naturalmente zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) de manera similar los valores superiores a 5 bits son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Academic, 2010).

6.8.2 ÍNDICE DE SHANNON-WIENER

El índice de Shannon-Wiener considera no sólo el número de especies sino su representación (cuantos individuos por especie). Este índice requiere que todas las especies estén representadas en la muestra y es muy susceptible a la abundancia. La mayor limitante es que no contempla la distribución de las especies en el espacio (Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela, 2012).

$$H = -\sum p_i \ln(p_i) \quad p_i = n_i / N$$

Donde n_i es el valor numérico de los individuos de la especie i y N es la abundancia total de las especies. El valor de H se encuentra acotado entre 0 y $\ln(s)$, tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica en comunidades de máxima equitatividad.

La riqueza específica se midió como el número de especies presentes en una comunidad y la equitatividad como la abundancia de la especie dominante (Magurran, 1988), según la fórmula: equitatividad (Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela, 2012).

$$(J) = H/H_{\text{máx}} = H/\ln s$$

La equitatividad se acerca a 0 indica cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad estudiada y si se acerca a 1 señala que todas las especies comparten abundancias similares dentro del área designada a monitoreó (Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela, 2012).

6.8.3 ÍNDICE DE SIMPSON

Se conoce que el índice de Simpson varía inversamente con la heterogeneidad; por ejemplo, los valores del índice disminuyen o crecen según aumente o decrezca la diversidad. Es en realidad un índice de dominancia, sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total (Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela, 2012). Del mismo modo el índice de Simpson (D)

mide la diversidad como;

$$D = \sum 1/(p_i^2).$$

En efecto el valor de D se encuentra acotado entre 0 y s , tiende a cero en comunidades poco diversas, y es igual a la riqueza específica (s) en comunidades de máxima equitatividad (Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela, 2012).

$$E = \sum 1/ (s * p_i^2)$$

7. MARCO METODOLÓGICO.

7.1 ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó cerca de la comunidad de Santa Rosa Kiim, en el balneario Shiriim del Río Kushapukos en el cantón Tiwintza en la provincia de Morona Santiago, con coordenadas geográficas de; 3°01'27.0"S 78°02'15.4"W cuyo cause desemboca en el Río Santiago (Figura 1).

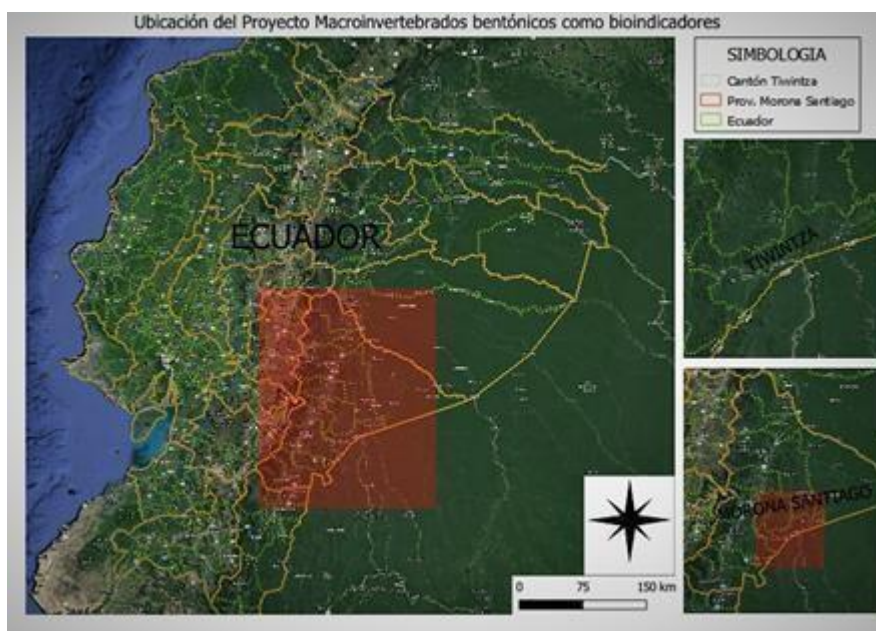


Figura 1. Mapa de ubicación del proyecto, Ecuador - Provincia de Morona Santiago, Cantón Tiwintza.
Fuente: Hilaño, 2023 (QGIS).

7.2 METODOLOGÍA

Esta investigación cuenta con una metodología experimental cuantitativa, que consiste en el manejo de una o más variables experimentales no comprobadas, con el fin de describir

cómo o por qué causa se produce una situación en particular.

Ya que permite que el investigador pueda introducir variables determinadas de estudio controladas por él, para poder determinar el efecto de estas en una situación. A su vez la investigación cuantitativa permite recoger datos que apoyan la comprobación de hipótesis predefinidas, este método utiliza herramientas de análisis estadístico y matemático para describir, explicar o predecir fenómenos mediante datos numéricos, también se puede medir dicha frecuencia de un fenómeno y observar condiciones reales, gracias a la cantidad de datos obtenidos.

El investigador adquiere conocimientos sobre hechos empíricos que puedes derivar directamente en la causa de un problema ya que esta investigación muestra valores numéricos basados en muestras reales.

De aquí radica la importancia de la toma de datos en la cuenca y sus diferentes estaciones para realizar una comparación de la calidad del agua de acuerdo con los ambientes que le rodean junto con las diversas actividades que se desarrollan en sus proximidades.

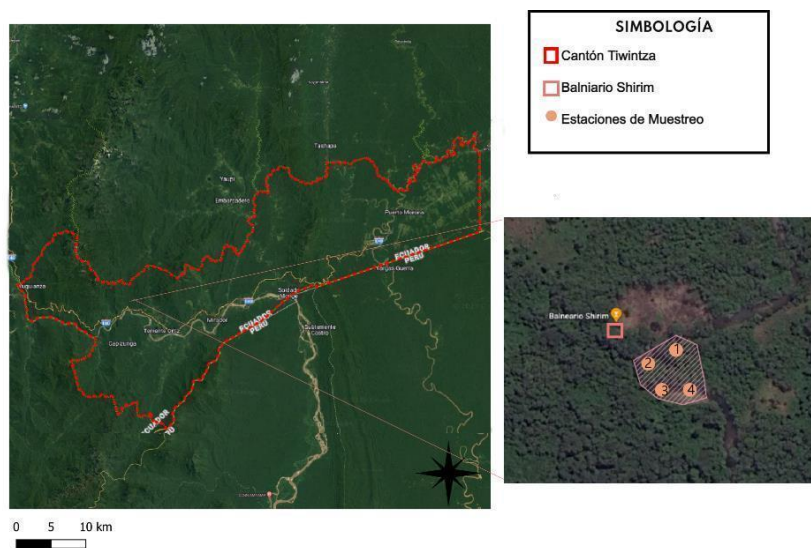


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en el Balneario Shirim en el Cantón Tiwintza – Provinciale de Morona Santiago Fuente: Hilaño, 2023.

Para determinar la calidad del agua en la cuenca del rio Kushapukos, se utilizó los macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores, en el cual se siguieron varios pasos:

- Se realizó un recorrido en dicha cuenca para coleccionar y observar datos de perturbaciones.
- Se establecieron estaciones de muestreo en diferentes zonas de la cuenca para la colecta de macroinvertebrados (Figura 2) los cuales fueron relevantes con respecto a distancia y perturbaciones causadas por actividades humanas, además de la accesibilidad a través de senderos de tierra. Contando que cada punto fue Georreferenciado con un GPS (Handy GPS; posición UTM, Altitud).
- Para el muestreo se utilizó dos tipos de red diferentes (red D-net y red de pantalla) para distintas profundidades, La red de pantalla se usó para la recolección en zona no tan profunda (de 1m a 1.30m de profundidad), mientras La red D-net de 500 micras se usó para la recolección en la orilla (de 50cm a 80cm de profundidad).
- Para el registro de datos, se usó hojas de campo con las familias encontradas para poder calcular la abundancia y los parámetros BMWP.
- Las muestras colectadas constataron al periodo considerado de transición verano-invierno que corresponde a julio a octubre, con el propósito de obtener una muestra representativa de este periodo.

7.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS ESTADÍSTICOS

En el presente estudio para procesar los datos recolectados y el análisis estadístico se usaron herramientas tecnológicas como son:

- Minitab 19: Significancia $P > 0.05$ / Tukey
- Análisis de varianza unidireccional (ANOVA)
- Excel 365

Contando que los muestreos se realizaron 5 meses (junio, julio, agosto, septiembre y octubre) y 2 veces por semana con un total de 3063 organismos colectados.

7.4 ESTACIONES DE MUESTREO

Para establecer las estaciones de muestreo se realizó un recorrido en la cuenca del río para conocer la vegetación, fauna, accesibilidad, senderos, perturbaciones o riesgo que pudieran estar en el área de la cuenca y sus alrededores.

Se establecieron 4 estaciones de muestreo en diferentes zonas de la cuenca para la colecta de macroinvertebrados, cada estación comprendió con un rango de tramo entre los 45 m a 50m de longitud (Tabla 1), además, de que se posiciono una diferencia entre estaciones que va de un rango de 95m a 110 m de distancia entre cada estación definida, contando que cada punto fue Georreferenciado con un GPS (Handy GPS; posición UTM). Por ende, se señaló cada estación con una estaca de madera pintada y una tela.

Tabla 1 Registro de las coordenadas de las estaciones de muestreo en el río Kushapukos.

Estaciones	X	Y	Distancia m
Estación 1	829326	9665292	45
Estación 2	829368	9665270	50
Estación 3	829352	9665243	45
Estación 4	829309	9665222	50

Estaciones	Distancia entre estaciones m
Estación 1-2	95
Estación 2-3	110
Estación 3-4	102

Tabla 2. Registro de la distancia entre estaciones de muestreo.

7.5 METODOLOGÍA PARA RECOLECTAR MACROINVERTEBRADOS ÁCUATICOS

7.5.1 RECOLECTA DE MUESTRAS

Para la colecta de macroinvertebrados se recolecto 2 muestras por estación, dos veces al mes, en cada estación se tomó el ancho del rio dividiendo así el lugar en que se tomará la muestra con la red Surber (1.50m²) 3 veces durante un minuto cada vez y con la red de pantalla de igual manera, este método optimiza, estandariza y permite realizar las diversas comparaciones de abundancia de los macroinvertebrados.

Las muestras obtenidas se etiquetaron, almacenaron en alcohol al 75% para posteriormente ser transportadas para la respectiva clasificación en el Laboratorio de Ciencias del Mar en la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

La sección seleccionada para realizar el estudio fue el más representativo ya que este conto con mayor diversidad de hábitats posible, como: zonas con corriente suave, corriente fuerte, sustrato duro, sustrato suave, vegetación acuática emergida, tanto dentro del río, como en sus orillas, contenidos de lodos y/o arenas, y otras condiciones que tienden a favorecer la biodiversidad de organismos presentes en la zona.

En cuanto el ancho y la profundidad fueron mayores, además de la corriente fuerte se procedió a realizar el muestreo solo en las orillas.

7.5.2 RECOLECTA CON LA RED D-NET O RED SURBER:

Esta red precisamente se usó para la recolección de muestras en la zona cercana a la orilla del río con una profundidad de 50cm a 80cm máxima, el muestreo se realizó de manera aleatoria con una duración de 1min, para la recolección se sumerge la red de Surber (Figura 3 y 4) de manera vertical, topando la base con el fondo del río, se la coloca frente a la corriente, para remover el sustrato se usa las manos al frente del área de apertura de la red para que la corriente lleve los organismos dentro de la red, una vez transcurrido el tiempo suficiente se retira la red.



Figura 3. Red Surber para el muestreo de macroinvertebrados acuáticos. Fuente: Hilaño, 2023

Luego en un balde transparente con poca agua limpia de la superficie se traslada los organismos, con ayuda de una lupa separamos el material orgánico y sustrato que se quedó en la red asegurándonos que los organismos no estén en estos. Para conservar las muestras se separaron en frascos más pequeños por familia se utiliza alcohol al 75%, y se llena la etiqueta con la fecha de recolección, la estación y el lugar o estación de muestreo.



Figura 4. Método de uso de las Red Surber para el muestreo de Macroinvertebrados. Fuente: Carrera y Fierro, (2001).

7.5.3 RECOLECTA CON LA RED DE PANTALLA:

Esta red precisamente se usó para la recolección de muestras en la zona con una profundidad de 1m a 1.50m de profundidad máxima, el muestreo se realizó de manera aleatoria con una duración de 1min, para la recolección se sumerge la red de pantalla (Figura 5 y 6) de manera vertical frente a la corriente, se remueve con un palo o los pies haciendo que la corriente lleve los organismos dentro de la red, una vez transcurrido el tiempo suficiente se retira la red



Figura 5. Red de Pantalla para el muestreo de macroinvertebrados acuáticos. Fuente: Hilaño, 2023.

Posterior a la recolección con la red, en un balde transparente con poca agua limpia de la superficie se traslada los organismos, con ayuda de una lupa separamos el material orgánico y sustrato que se quedó en la red asegurándonos que los organismos no estén en estos, para conservar las muestras se separaron en frascos más pequeños por familia con alcohol al 75%, se llena la etiqueta con la fecha de recolección, la estación y el río.



Figura 6. Metodología de uso de la Red de Pantalla para el muestreo de macroinvertebrados. Fuente: Carreray Fierro, (2001).

7.6 FASE LABORATORIO

En esta fase se separaron las muestras para su óptima clasificación. Los macroinvertebrados colectados serán clasificados a nivel Orden y familia, mediante el uso del microscopio con zoom de 10x (WF 10x) con aumento de 2x y 4x. Para la correcta identificación de los organismos se apoyó con el uso de claves dicotómicas, usadas para la entomofauna acuática neotropical (Merrit & Cummins, 1988; Roldán, 1988; Fernández & Domínguez, 2001; Manzo, 2005; Salles, 2006 y Domínguez & Fernández, 2009).



Figura 7. Estereomicroscopio de 10x WF con aumento de 2x, 4x, equipo de disección, caja Petri y frascos de muestras. Fuente: Hilaño, 2023.

7.7 REGISTRO DE DATOS

Para el registro de los datos tomados se utilizó claves dicotómicas para la correcta identificación de los organismos colectados en campo, se registraron los datos en hojas de campo, registrando fecha de recolecta, nombre del río, se registró por estaciones el número de individuos encontrados. Las muestras colectadas poseen etiqueta con fecha de recolección, número de estación, nombre del río.

Una vez reconocida el orden, la familia y género del organismo se tabula los datos de

manera digital, en un cuadro se dispuso el registro por orden, familia, genero, número de estación y total.

HOJA DE CAMPO							
Nombre del rio:			Kushapukos-Balneario Shirim				
Fecha de recolección:			04/06/2022				
Orden	Familia	Genero	ESTACIONES				Total
			Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	
<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Cryphocricos</i>	6	7	8	4	101
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	<i>Leptonema</i>	4	3	6	4	69
<i>Coleoptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Larsia</i>	8	10	11	8	153
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	<i>Leptohyphes</i>	20	16	13	19	260
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	<i>Argia</i>	6	4	5	2	61
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Polypedilum</i>	3	5	1	3	48
<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Limnocoris</i>	4	0	2	4	34
<i>Hemiptera</i>	<i>Veliidae</i>	<i>Rhagovelia</i>	30	26	28	35	475
Total, de especies recolectadas							1201

Tabla 2. Hoja de campo, registro de los organismos por estación de muestreo.

7.8 CÀLCULOS DE INDICES ECOLÒGICOS

Se evaluaron diferentes parámetros de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos;

- Frecuencia relativa. -

La Frecuencia relativa es la proporción que representa la frecuencia absoluta en relación con el total (Library, 2020). Número total de morfoespecies en cada punto de muestreo.

- Abundancia por estación. -

En efecto la abundancia equivale a la representación relativa de una especie en un ecosistema particular. En ese mismo contexto el número total de individuos registrados en cada punto de muestreo de organismos.

7.9 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Utilizados en estudios diversos de biodiversidad a partir del muestreo de comunidades, número de unidades de observación (Pla, 2006).

- Margalef. -

Para empezar, tenemos que los valores inferiores a 2 bits son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad, del mismo modo los valores superiores a 5 bits son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Academic, 2010).

$$I = (S - 1) / \ln N$$

- Índice de Shannon. -

Se basa en suponer que la heterogeneidad depende del número de especies presentes y su abundancia relativa (Balzarini,2008). En efecto refleja la relación entre el número de especies y la proporción de sus individuos.

$$H = -\sum p_i \ln(p_i) \quad p_i = n_i / N$$

- Índice de Simpson. -

Es por este motivo que se manifiesta como la probabilidad de que dos individuos acaparados al azar de la muestra en estudio pertenezcan a una misma especie (Moreno,2001).

- Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party para Colombia)

De este modo para determinar la calidad del agua se utilizará el BMWP/ Col, el cual presenta valores de 1 a 10 a los macroinvertebrados identificados en un nivel de familia. Así mismo las familias que no toleran la pérdida de la calidad de agua tienen puntajes altos, al mismo tiempo que las familias que toleran la pérdida de calidad tienen puntajes bajos (1Library, 2022). En efecto la suma total de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio proporciona el valor de la calidad del agua (Roldán, 2003).






7.10 ESPECIES INDICADORAS

Vinculado a esto se usa la clasificación propuesta por Roldán, que considera a las morfoespecies (familias) con puntajes BMWP/Col de 8 -10 como de Clase I = Indicadores de Buena calidad; las morfoespecies con puntajes BMWP/Col de 4 -7 como de Clase II = Indicadores de Mediana Calidad y las morfoespecies con puntajes BMWP/Col de 1 – 3 como de Clase III = Indicadores de Mala Calidad, des este modo el índice requiere llegar hasta el nivel de Familia, el puntaje va de 1 – 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos de contaminantes (Roldán, 2003).

Tabla 3. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col Fuente: Roldán,2003.

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

Tabla 4. Puntajes de calidad y valores asignados al índice BMWP/Col Fuente: Roldán, 2003.

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>100	Aguas muy limpias	
II	Aceptable	61 -100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

8.1 Composición y Frecuencia de macroinvertebrados en el río Kushapukos

Se colectaron un total de 3063 macroinvertebrados en 4 estaciones establecidas en el río Kushapukos para el presente estudio. Cualitativamente se registraron un total de 8 géneros distribuidas en 8 familias con 6 órdenes representativos, las órdenes con mayor frecuencia fueron Hemiptera (38%), Ephemeroptera (22%) y Coleóptera (13%), cada una presentó una familia identificada. Por otro lado, los órdenes con menor frecuencia de especímenes fueron Hemíptera y Diptera con 4 % respectivamente, representadas por la familia y género *Naucoridae-Limnocoris* y *Chironomidae-Polypedilum* (Figura 1).

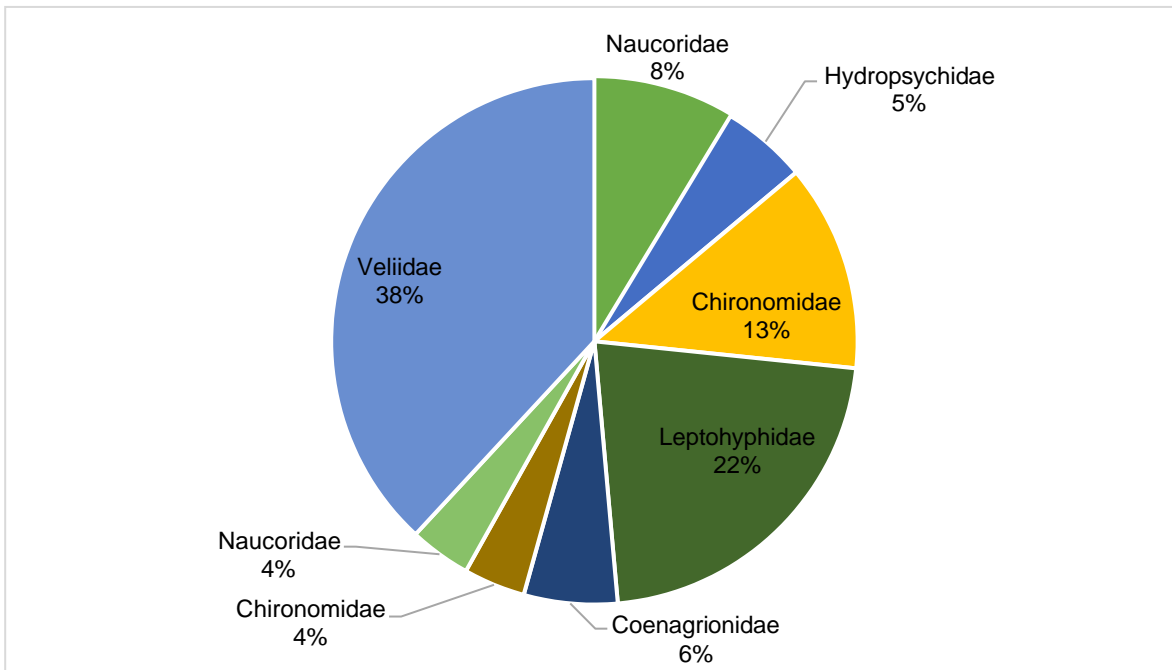


Figura 8. Frecuencia de familias de macroinvertebrados colectadas por estación de muestreo en el río Kushapukos. Fuente: Hilaño, 2023.

8.2 Distribución y abundancia de macroinvertebrados

Rhagovelia, fue el único género que se presentó en todas las estaciones en un número considerable: Estación 1 (307 individuos), Estación 2 (266 individuos), Estación 3 (264 individuos) y Estación 4 (330 individuos). Además, fue el género más abundante con 1167 individuos, lo que corresponde al 38 % del total de la colecta, seguida de *Leptohyphes* con 672 individuos y *Larsia* con 390 individuos respectivamente. Por otro lado, *Polypedilum* y *Limnocois* fueron los géneros menos abundantes durante la colecta, contabilizándose 116 individuos entre ambas, en todas las estaciones de muestreo. Cabe destacar, que no hubo diferencias significativas entre estaciones de muestreo (Tabla 5).

Rhagovelia, único género que se presentó en todas las localidades con mayor abundancia: Estación 1 (37%), Estación 2 (36%), Estación 3 (38%) y Estación 4 (40%). Los géneros con menor presencia en toda la colecta de acuerdo con la estación fueron: *Polypedilum* y *Limnocois* en Estación 1 (4%) y Estación 4 (1.3 %), así mismo, Megapodagrionidae en Estación 4 (3%) y Calopterydae en Estación 2 (1.2%) (Tabla 5). No hubo diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 5. Distribución, abundancia y frecuencia relativa de macroinvertebrados en el río Kushapukos

	ORDEN	FAMILIA	ORDEN	ESTACIONES DE MUESTREO				Total	FRECUENCIA RELATIVA
				A	A	A	A		
			Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4			
1	<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Cryphocricos</i>	59	74	73	59	265	8,65164871
2	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	<i>Leptonema</i>	37	37	50	37	161	5,256284688
3	<i>Coleoptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Larsia</i>	83	101	110	96	390	12,73261508
4	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	<i>Leptohyphes</i>	196	164	121	191	672	21,93927522
5	<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	<i>Argia</i>	61	45	46	24	176	5,746000653
6	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Polypedilum</i>	34	39	9	34	116	3,787136794
7	<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Limnocoris</i>	45	9	23	39	116	3,787136794
8	<i>Hemiptera</i>	<i>Veliidae</i>	<i>Rhagovelia</i>	307	266	264	330	1167	38,09990206
TOTAL				822	735	696	810	3063	100 %

Nota: Letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test a posteriori de Tukey.

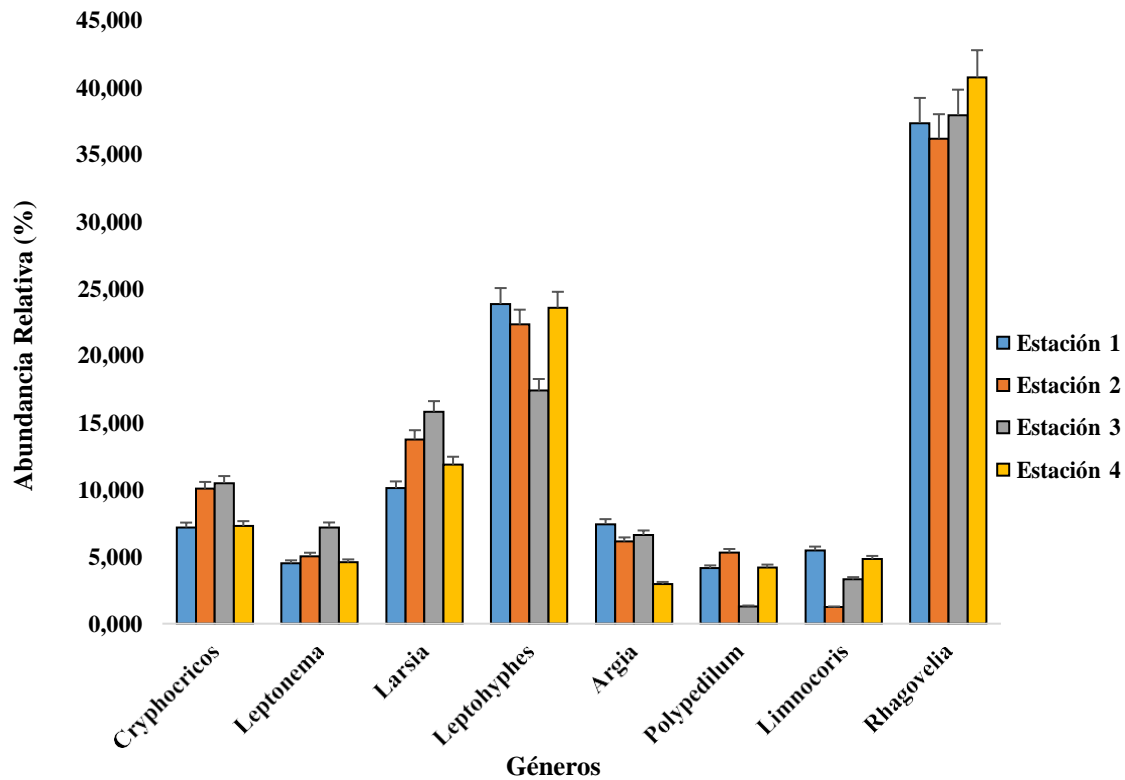


Figura 9. Abundancia relativa de macroinvertebrados por estación de muestreo en el río Kushapukos. Letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) ytest a posteriori de Tukey. Fuente: Hilaño, 2023.

8.3 Índices BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party para-Colombia)

Se realizó para el presente trabajo la medición de la calidad de agua a través de una tabla de puntaje de calidad y valores asignados al BMWP, la misma que mostró que la calidad de agua del río Kushapukos presenta un valor de 45 entrando en el rango de calidad de agua dudosa, es decir “Aguas moderadamente contaminadas”. En condiciones de perturbación mínima la composición y densidad de la biota de un río dependerá de los procesos naturales que están sujetas en su hábitat, sin embargo, en diferente condición, cuando hay presencia de condiciones altamente perturbadas, como las que son originadas a causa de acciones humanas darán lugar a la degradación del ecosistema lo cual se verá reflejado en la biota de macroinvertebrados (Tabla 6 y 7).

Tabla 6. Valor BMWP/Col que muestra la tolerancia de las especies de macroinvertebrados encontrados en la zona de estudio a contaminantes. Fuente: Hilaño, 2023.

Orden	Familia	Genero	BMWP/Col
<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Cryphocricos</i>	7
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	<i>Leptonema</i>	5
<i>Coleoptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Larsia</i>	2
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	<i>Leptohyphes</i>	7
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	<i>Argia</i>	7
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Polypedilum</i>	2
<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Limnocoris</i>	7
<i>Hemiptera</i>	<i>Veliidae</i>	<i>Rhagovelia</i>	8
TOTAL			45

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	

Tabla 7. Tabla base de los valores y puntajes de calidad al índice BMWP/Col: Fuente: Roldán, 2003.

8.4 Índices Ecológicos

8.4.1 Diversidad y Dominancia

En el presente estudio según el índice Margalef, el cual hace referencia que existe una relación funcional entre la cantidad de especies (géneros en este caso) y la cantidad total de individuos, resultando el valor de 0.872 bits, en efecto valores inferiores a 2 bits son considerados naturalmente zonas de baja biodiversidad (resultado de efectos

antropogénicos) de manera similar los valores superiores a 5 bits son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Academic, 2010). Así mismo, a través de dicho índice se constata que no existe equidad en la distribución de cada familia, esto hace que la diversidad sea baja.

En cuanto al índice de Simpson, se sabe que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie, en este caso a la misma familia por lo que los valores obtenidos fueron: 0.223 (Estación 1), 0.219 (Estación 2), 0.220 (Estación 3), 0.247 (Estación 4) respectivamente (Figura 3), lo que constituye una probabilidad alta, es decir es poco diversa ya que hay mucha abundancia de la misma familia (Veliidae) que resultó con un valor de 0.367 (Tabla 10). Se conoce que a través de este índice valores inferiores al 20 % indican una calidad muy buena del agua, mientras que si la valoración supera el 60 % la calidad del agua será deficiente o mala, dicho esto el valor total es del 0.909 es decir 90 %.

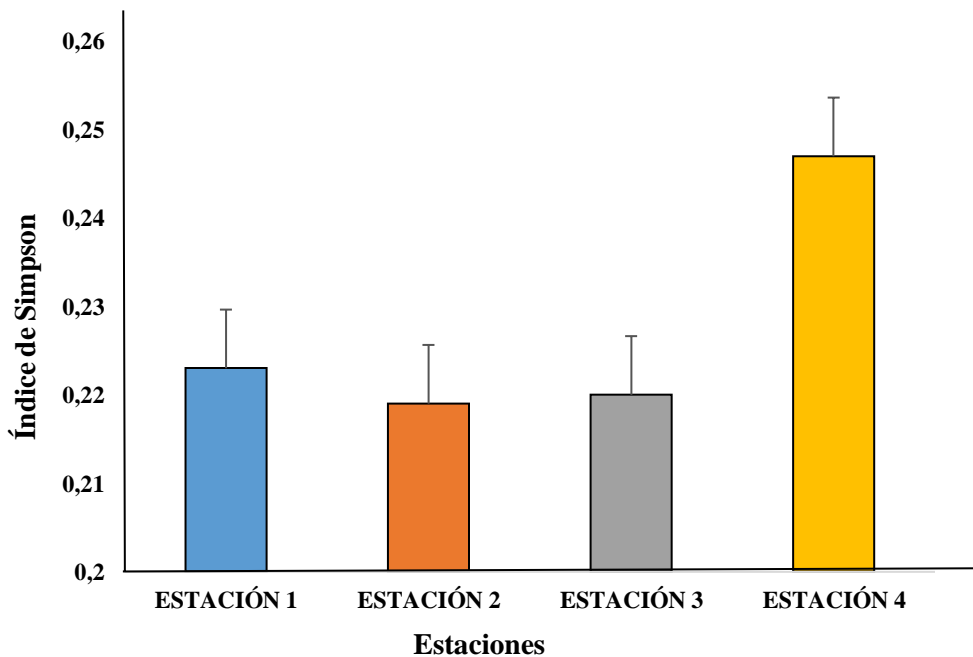


Figura 10. Índice de Simpson (Riqueza de especies) de macroinvertebrados por estación de muestreo en el río Kushapukos. Los resultados obtenidos se presentan como barras \pm DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. Fuente: Hilaño, 2023.

La igualdad (H'), fue mayor para Estación 1 (1.753), luego se va reduciendo hacia las otras

estaciones con los siguientes valores: Estación 2 (1.737), Estación 3 (1.737) y Estación 4 (1.674). Finalmente, entre todas las estaciones da como resultado 6,901 (Figura 4). Cabe mencionar, que según Shannon - Wiener valores inferiores a $2.4 \text{ bits} - 2.5 \text{ bits}$ indican que el afluente está subyugado a tensión continua (vertidos directos, dragados, canalizaciones de tuberías, regulación por embalses, etc.). Es un índice que se devalúa apresuradamente en aguas muy contaminadas, por lo tanto, cuan superior sea el valor que se tome el índice de Shannon-Wiener, se incrementa la calidad que tendrá el agua objeto de estudio.

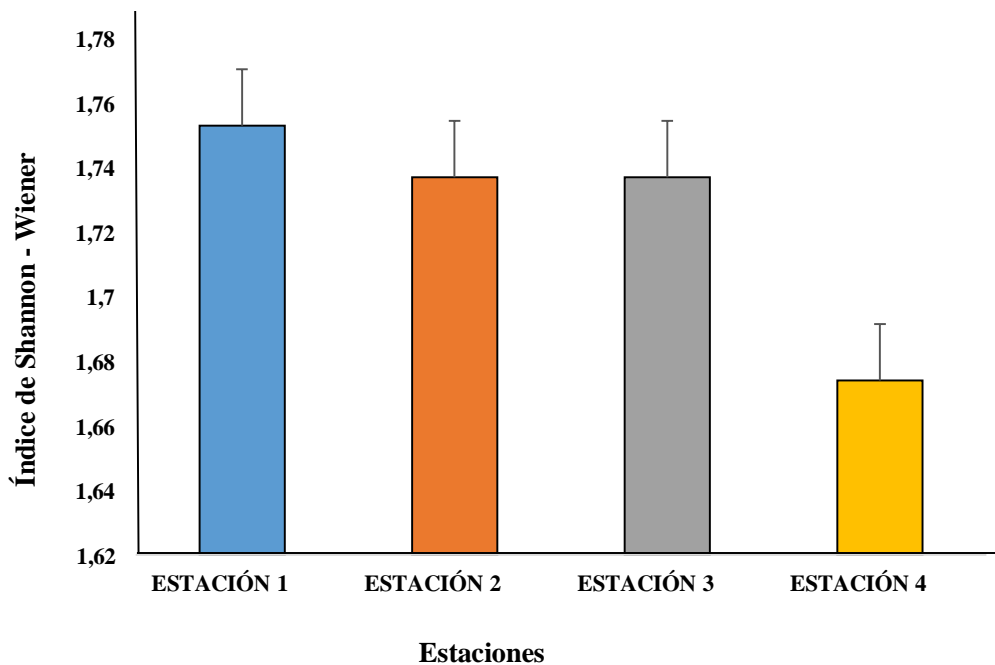


Figura 11. Índice de Shannon - Wiener (Riqueza de especies) de macroinvertebrados por estación demuestreo en el río Kushapukos. Los resultados obtenidos se presentan como barras \pm DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. Fuente: Hilaño, 2023

Por otro lado, la equidad del índice de Shannon-Wiener ofreció como resultado, que alrededor del 14.5% de los individuos colectados en las estaciones de muestreo pertenecen a la familia Veliidae del género *Rhagovelia*. Observándose, que la zona de estudio no es diversa ya que no hay uniformidad en la distribución de los organismos (Figura 5). Además, la familia dominante durante todo el estudio fue Veliidae en todas las localidades muestreadas según el índice de Simpson (Figura 6)

Todas las tablas no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

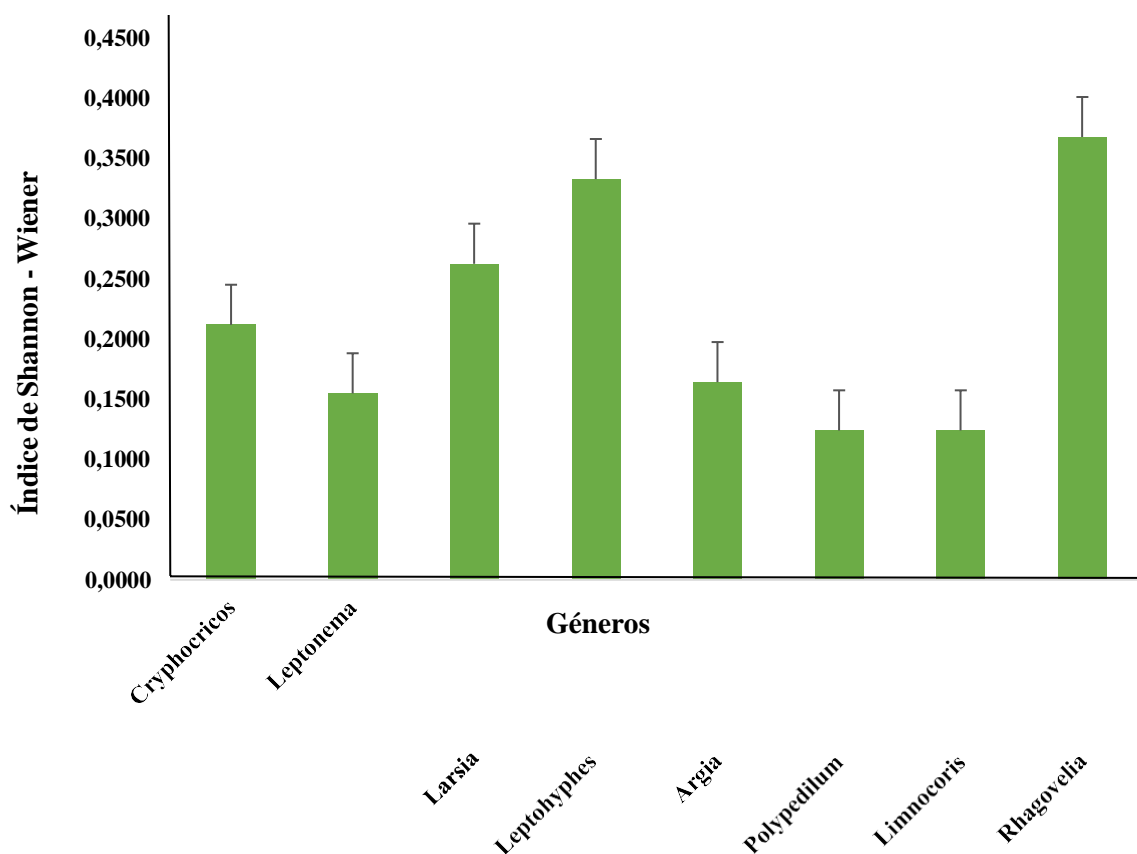


Figura 12. Índice de Shannon - Wiener (Riqueza de especies) de macroinvertebrados por géneros en el río Kushapukos. Los resultados obtenidos se presentan como barras \pm DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según A ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. Fuente: Hilaño, 2023.

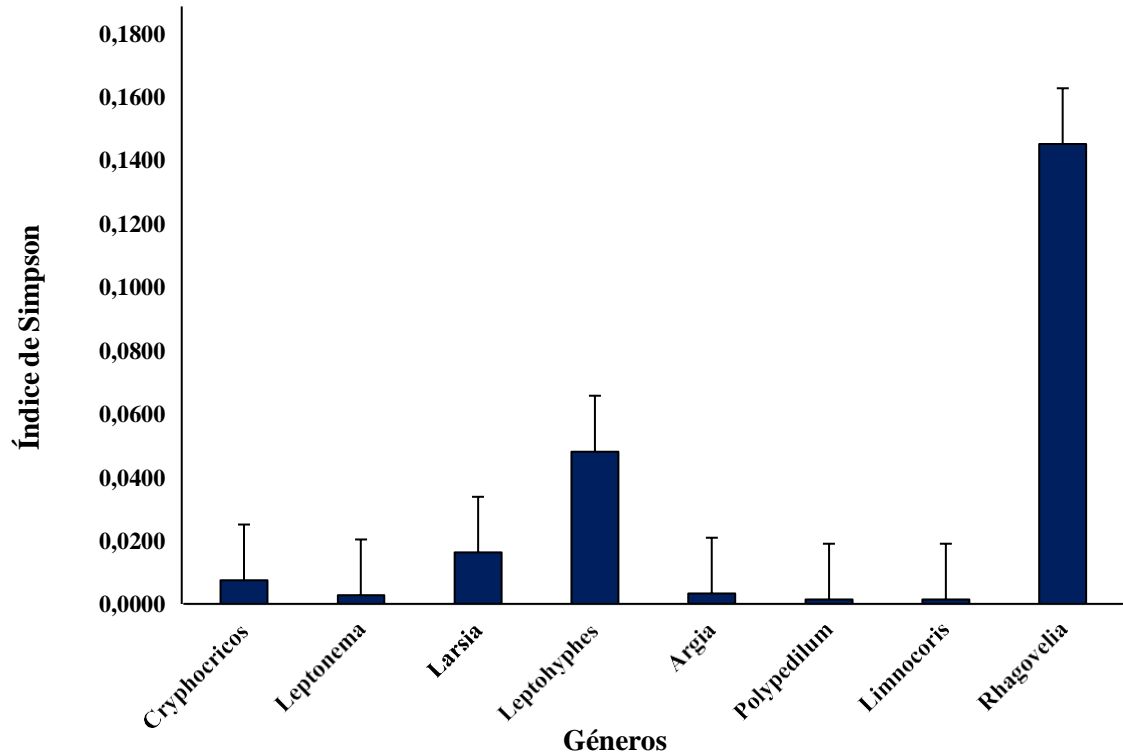


Figura 13. Índice de Simpson (Dominancia) de macroinvertebrados por géneros en el río Kushapukos. Los resultados obtenidos se presentan como barras \pm DS. Las letras iguales señalan que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de 1 vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. Fuente: Hilaño, 2023.

9. DISCUSIÓN.

Para comprender los sistemas acuáticos continentales poseen una de las faunas bentónicas más ricas y probablemente entre las más diversificadas, llegando a jugar una función sustancial en la preservación de las actividades metabólicas de estos ambientes. Debido a esto, las especies bentónicas son susceptibles a las modificaciones en sus hábitats, por lo que son uno de los señaladores biológicos estrella mayoritariamente empleados en la apreciación de ecosistemas acuáticos del mundo pudiendo evaluar el grado de integridad ecológica del sistema (Buenaño, Vásquez, Zurita-Vásquez, Parra, Pérez, 2018; Arroyo Encalada, 2009; Gutiérrez-Yurrita et al., 2002).

Así pues, de acuerdo a las diversas peculiaridades, adaptaciones y los exigencias especiales evolutivas para condiciones ambientales precisas, los convierten en organismos tolerantes con límites concretos a las disímiles perturbaciones que presentan su hábitat, así mismo han adquirido un aumento en la importancia del análisis de la calidad del agua, conveniente a que no sólo demuestran las condiciones ambientales actuales, sino que proceden como señaladores de las condiciones en el tiempo requerido (Hahn-vonHessberg, Toro, Grajales-Quintero, Duque-Quintero, Serna-Urbe, 2009; Alba-Tercedor, 1996). En síntesis, que, el presente estudio busca determinar la calidad del agua a partir de la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cuatro zonas del río Kushapukos con la finalidad de conocer su estado actual.

Para el presente estudio se escogieron 4 estaciones de muestreo, donde fueron colectados 3063 macroinvertebrados en total, registrándose con mayor frecuencia a la orden Hemiptera (*Naucoridae-Cryphocricos* y *Veliidae-Rhagovelia*), Ephemeroptera (*Leptohiphidae-Leptonema*) y Coleóptera (*Chironomidae-Larsia*) respectivamente. Por otra parte, los órdenes con menor frecuencia de especímenes fueron Trichoptera (*Hydropsychidae-Leptonema*), Odonata (*Coenagrionidae-Argia*) y Díptera (*Chironomidae-Polypedilum*). Cabe destacar, que sólo con encontrarse durante la identificación de especies y/o familias con organismos de la familia Hydropsychidae es

indicador de que el cuerpo de agua es oligotrófico ya que pueden resistir poca contaminación (Roldán, 2003), aunque es necesario mencionar que dicha familia en el actual estudio se presentó en menor frecuencia (5.25 %) durante todo el muestreo. Además, que la familia Veliidae fue la única familia que se presentó en todas las localidades con mayor abundancia.

Así mismo, se hallaron organismos de la orden Trichoptera y Ephemeroptera, los cuales se consideran buenos señaladores de la calidad de agua, debido a esta sensibilidad de dichos organismos ante la contaminación, sobre todo Ephemeroptera que son indicadores de aguas limpias (Arroyo y Encalada, 2009; Roldán, 2003), dando así indicio del río está en recuperación (autodepuración) ya que en estaciones de la 2 a la 4 hay presencia de factores antropogénicos: ganadería, vertido de desechos líquidos y sólidos, uso de pesticidas y/o herbicidas que pueden continuar ligados o alojados en el sustrato o en el acuífero, afectando a otros macroinvertebrados extremadamente sensibles (Arroyo y Encalada, 2009; Hahn-vonHessberg, Toro, Grajales-Quintero, Duque-Quintero, Serna-Uribe, 2009).

Así también, se utilizó el índice BMWP/Col, el mismo que basado en ciertos criterios de puntaje de calidad y valores asignados que ha sido ampliamente utilizados en zonas tropicales, a pesar de haber sido desarrollados para ríos que presentan condiciones naturales y de diversidad completamente diferentes (Arroyo y Encalada, 2009), de la misma manera dicho índice categorizó al área de estudio como aguas de calidad dudosa (45). En efecto, el índice biológico BMWP ha evidenciado naturalmente ser bastante útil, además, al evaluar la calidad del agua, los valores que se han asignado a las distintas clases de calidad deben ajustarse para tener en cuenta las diversas condiciones geofísicas, como la elevación y la proximidad a la costa, que existen en cada región. De este modo, los índices de tolerancia ambiental de los macroinvertebrados acuáticos se calcularán con mayor precisión (Sánchez-Herrera, 2005; Roldán, 2003).

Es necesario mencionar que, a pesar de que el Índice BMWP fue adaptado para Ecuador, Probablemente sea demasiado "local" y solo incluye familias de macrobentos que se encuentran en áreas cercanas a la costa ecuatoriana. Además, debido a que originalmente fue diseñado para poblaciones humanas locales, solo incluye a las familias más representativas y hasta cierto punto fáciles de reconocer, lo que hace que es menos preciso (Arroyo y Encalada, 2009; Carrera, Fierro, 2001). Afortunadamente, las agrupaciones de familias descubiertas ya están incluidas en el índice y, por lo tanto, tienen valor específico en términos de contaminación. Además, es crucial desarrollar un índice para la calidad del agua que tenga en cuenta las condiciones naturales del país, las tendencias ecológicas y las variaciones estacionales, así como la distribución de la fauna de macroinvertebrados en las regiones tropicales.

De igual forma, es crucial que las organizaciones encargadas de monitorear la calidad del agua en el Ecuador incluyan variables biológicas en su monitoreo porque estas toman en cuenta criterios de integridad ecológica de los ecosistemas de pastoreo (Arroyo y Encalada, 2009; Roldán, 2003)

En ese mismo contexto se determinó la riqueza de especies resultando el valor de 0.872 bits. Cabe mencionar, que los datos inferiores a 2 bits son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad causados por efectos antropogénicos y valores superiores a 5 bits son naturalmente considerados como indicativos de alta biodiversidad según el índice de Margalef. En efecto, las diferencias en la riqueza de familias de macroinvertebrados podrían conectarse a la variedad de las estaciones de muestreo (Hahn-vonHessberg, Toro, Grajales-Quintero, Duque-Quintero, Serna-Urbe, 2009).

La diversidad (H'), fue mayor para Estación 1, el mismo que se fue reduciendo conforme avanzaban las estaciones de muestreo, dando como resultado final entre todas las estaciones el valor 6.90 bits. Cabe mencionar, que según Shannon - Wiener valores inferiores a 2.4 bits – 2.5 bits señala tensiones del sistema (vértices, arrastres, canalizaciones, regulación por fluido de embalsamamiento, etc.). Además, es una

medida que disminuye significativamente en aguas altamente contaminadas. Como consecuencia, un mayor valor para el Shannon-Wiener índice, indica una mayor calidad del agua objeto de estudio.

Veliidae fue la familia dominante durante todo el estudio lo que constituye una probabilidad alta, es decir poco diversa.

En conjunto, la baja abundancia de los organismos indicadores de buena calidad del agua obtenida en el río Kushapukos indica la existencia de un índice de contaminación crítico de sus aguas corroborado por el índice de BMWP/Col propuesto por Roldán, el cual muestra en algunos de las estaciones de muestreo una clara tendencia a incrementar.

García y Rosas (2010), establecen que la escasez de estos grupos de macroinvertebrados que se emplean como indicadores de la polución evidencian cambios ecológicos desfavorables en las zonas de muestreo, naturalmente relacionados con el impacto de la actividad antrópica. En tal sentido, las intensas actividades antropogénicas que tienen lugar en la zona de estudio tuvieron una influencia directa en los altos niveles de contaminación observados en algunos puntos de monitoreo, por lo que se confirma la hipótesis nula la cual dice que la estructura comunitaria de macroinvertebrados acuáticos en 4 zonas de estudio permite discriminar grados de estrés ambiental causado por los diversos factores involucrados con la contaminación.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES:

- En el presente estudio se pudo evidenciar que a través de la presencia de las especies de macroinvertebrados se puede determinar la calidad del agua en la que subsisten debido a que existe la presencia de diferentes géneros que son susceptibles a las alteraciones en su medio natural.
- Podemos concluir que, mediante la recolección de las especies de macroinvertebrados en las estaciones establecidas y su identificación, se encontró que el género con mayor presencia en todo el estudio pertenece a *Rhagovelia* con el 38% de abundancia.
- Basándonos en la tabla establecida por Roldán, Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col quien da un valor a las morfoespecies (familias) relacionándolas con calidad de agua clasificándolas según su clase (I- indicadores de buena calidad, II- indicadores de mediana calidad, III- indicadores de mala calidad) y su tolerancia a los contaminantes (1-10), permitiendo determinar el grado de contaminación del cuerpo de agua escogido para el estudio.
- Del mismo modo la previa caracterización del registro de perturbaciones cerca de la cuenca sirvió para conocer el estado físico en el que se encuentra el río para así identificar dichas perturbaciones como alteraciones en el nivel de su caudal, presencia de desagües, presencia de artes de pesca nocivas, lo cual se vio reflejado en la presencia o ausencia de las especies de macroinvertebrados colectados.
- En el presente estudio, se llegó a recolectar e identificar 6 órdenes, 8 familias, 8 géneros en el área dispuesta a estudio, debido a que muchas de las muestras de macroinvertebrados se encontraban en estadios de ninfas fue complicado llegar a clasificarlas hasta especie. Pero los órdenes encontrados son: Trichoptera, Coleóptera, Hemíptera, Odonata, Ephemeroptera, Díptera.
- Para culminar se evidencio que debido a las alteraciones comentadas la calidad del

agua del río Kushapukos los resultados obtenidos a través del BMWP/Col muestra que es de calidad Dudosa con aguas moderadamente contaminadas, del mismo modo los índices de diversidad mostraron que el agua se encuentra sometida a tensión continua (vertidos, dragados, canalizaciones, regulación por embalses, alteraciones físicas en el río, etc.), no tolerable para ser utilizada como un recurso inmediato de cultivos, bebederos de animales, etc.

10.2 RECOMENDACIONES:

- El agua es un elemento vital, por lo cual se recomienda que se hagan análisis continuos y controles de calidad de agua en los ríos de nuestro país, la conservación de las microcuencas debe hacerse en forma integral, tomando en cuenta todos los elementos existentes de ella: vegetación, fauna, suelo, uso racional del espacio evitando tala indiscriminada, incendio, fertilización de los suelos y uso sin control de pesticidas. También es importante mantener ciertos patrones racionales de uso y consumo del agua.
- Estos estudios para ser más específicos y complementarios deben acompañarse con análisis fisicoquímicos para la evaluación de la calidad del agua, ya que así se verá profundamente reflejado en los resultados, determinando con precisión cuales son las sustancias contaminantes y su posible solución.
- El agua del Río Kushapukos puede ser aprovechada de muchas maneras tanto para fines recreativos como para la piscicultura, siempre y cuando estas actividades contemplen un plan y manejo adecuado, factor que también deben considerar los municipios autónomos, consejos provinciales para tratar de mitigar la contaminación.
- La participación de las comunidades aledañas a ríos en tomar acciones afines para fomentar la perpetuación de los recursos naturales es muy importante, ya que son los habitantes, quienes deben percibir el impacto que sus acciones sobre la calidad de los recursos y tomar medidas para disminuir los efectos negativos que pueden venir en un futuro.
- Promover la conservación de las cuencas, microcuencas, debe hacerse de forma integral y sólida, tomando en cuenta todos los elementos existentes en estos, desde su vegetación, fauna, suelo, tala indiscriminada, incendio, fertilización de los suelos

y uso de pesticidas.

- Incentivar futuras investigaciones, desarrollo de proyectos con temas afines a los macroinvertebrados y su correlación con la calidad de agua, del mismo modo encontrar o llevar a cabo la realización de un índice BWMP/ Ec, ya que la mayoría de estas tablas de valores son relacionados con datos de otros países y muy difícilmente se consigue una tabla con valores referentes a los organismos en los ecosistemas ecuatorianos.

11. BIBLIOGRAFÍA:

Academic. (2010). Índice de Margalef. <https://es-academic.com/>

ANDRÉS EDISON MEJILLÓN MEJILLÓN (2020). ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO QUEVEDO DURANTE LOS AÑOS 2012 – 2018. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6636/1/UPSE-TBI-2021-0007.pdf>

Aguirre- Andrade, Jorge. 2011. Validación de los indicadores biológicos (macroinvertebrados) para el monitoreo de la cuenca del río Yanuncay. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1197/14/UPS-CT002208.pdf>

Alba-Tercedor, J., P. Jaimez-Cuéllar, M. Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, A. Mellado, M. Ortega, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, S. Robles, C. E. Sáinz-Cantero, A. Sánchez-Ortega, M. L. Suárez, M. Toro, M. R. Vidalabarca, S. Vivas y C. Zamora-Muñoz. (2004). Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (=BMWP[^]). *Limnetica* 21 (3-4):175-185.

Allan, J.; Flecker, A. S. 1993. "Biodiversity conservation in running waters". *BioScience*, 43: 32-34.

ÁLVAREZ, L. F. (2006). Metodología para la utilización de Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Instituto Alexander von Humboldt en proceso de publicación.

AMAS. (2015). -manual de Monitoreo de Agua. Otuzco, La Libertad.

Anónimo (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62(1-4), 025-038. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2012000100003&lng=es&tlng=es

Arroyo, C. y 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. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, USFQ.

Baron, J.; Poff, N.; Angermeter, P.; Dahm, C.; Gleick, P.; Hairston, N.; Jackson, R.; Johnston C., Richter, B. ; Steinman, A. 2002. "Meeting ecological and societal needs for freshwater", *Ecological Applications*, 12: 1247-1260

Betsou, C., Tsakiri, E., Kazakis, N., Vasilev, A., Frontasyeva, M. e Ioannidou, A. (2019). Deposición atmosférica de elementos traza en Grecia usando musgo *Hypnum cupressiforme* Hedw. como biomonitores. *Revista de Química Radioanalítica y Nuclear*, 320 (3), 597+.

<https://link.gale.com/apps/doc/A586626648/AONE?u=anon~c164cdd1&sid=google Scholar&xid=72654600>

Bonada N., S. Dolédec y B. Statzner (2007). Taxonomic and biological trait differences of stream macroinvertebrate communities between Mediterranean and temperate regions: implications for future climatic scenarios. *Global Change Biology*. 13: 1658-1671.

Buenaño, M., Vásquez, C., Zurita-Vásquez, H., Parra, G., Pérez, R. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador. *Intropica*. 13, 1, 41 - 49

Burger, J., M. Gochfeld, C. W. Powers, L. Niles, R. Zappalorti, J. Feinberg y J. Clarke. 2013. Habitat protection for sensitive species: balancing species requirements and human constraints using bioindicators as examples. *Natural Science* 5: 50-62

Campoblanco Díaz, H., & Gomero Torres, J. (2000). Importancia de los ríos en el entorno ambiental. *Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas*, 3(5), 57–63.
<https://doi.org/10.15381/iigeo.v3i5.2539>

Carrera, C. y Fierro, C. (2001). Manual de Monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. *Ecociencia*, Quito.

Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Diaz, D. (2015). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 9(17).
<https://doi.org/10.16925/in.v9i17.811>

Carvajal, L, Vladimir. (2021). Guía de identificación de larvas de los Tricóptera más

comunes del Ecuador (Guía de identificación).

<https://biologia.epn.edu.ec/index.php/trichoptera-ecuador2>

Código Orgánico del Ambiente. (2017). Código Orgánico Del Ambiente, 92. Retrieved from <http://www.competencias.gob.ec/wpcontent/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf>

Contreras-Ramos, Atilano. (2010). An Introduction to Aquatic Insects of North America. Revista mexicana de biodiversidad. 81. 593-595.

Daniel, R & Rodolfo, G. (2021). Naucóridos: Chinchas de agua. INECOL- México. <http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/1685-naucoridos-chinchas-del-agua>

D Carolina Arroyo, J & Andrea Encalada (2009). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS E ÍNDICES BIOLÓGICOS EN RÍOS TROPICALES EN BOSQUE DE NEBLINA MONTANO. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/4/6/>

De la Lanza, G., S. Hernández, J.L. Carbajal. (2000). Primera edición, Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). México. Plaza y Valdés. ISBN: 968-856-853-8.

De la Lanza, G., S. Hernández, J.L. Carbajal. (2011). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). México. Plaza y Valdés

Editora. (2018). Que son los bioindicadores. <https://www.brutal.org.es/que-son-los-bioindicadores/>

Endara Alexandra (2012). Identificación de macroinvertebrados bentónicos en los ríos: Pindo, Mirador, Alpayacu y Pindo Grande; determinación de su calidad de agua. ISSN; 1390-6542.

Escalante, Tania, & Morrone, Juan Jara. (2002). Métodos para medir la biodiversidad. Acta zoológica mexicana, (85), 195-196. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006517372002000100016&lng=es&tlng=es.

F. Herrera & M. González, *Journal of Natural History* (2013): First description of macropterous male and female of *Cryphocricos latus* (Heteroptera: Naucoridae) Usinger, *Journal of Natural History*, DOI: 10.1080/00222933.2013.791889

Figuroa, R., Valdovinos, C., Araya, E. y Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 76: 275-285

Forero-Céspedes, Adriana Marcela, Gutiérrez, Carolina, & Reinoso-Flórez, Gladys. (2016).

Composición y estructura de la familia Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) en una cuenca andina colombiana. *Hidrobiológica*, 26(3), 459-474. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018888972016000300459&lng=es&tlng=es.

Flowers, RW y de la Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Efemerópteros. *Revista de Biología Tropical*, 58 (Supl. 4), 63-93. Recuperado de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800004&lng=en&tlng=es.

Gamboa, Maribet, Reyes, Rosa, & Arrivillaga, Jazzmin. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48(2), 109-120. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169046482008000200001&lng=es&tlng=es.

Galindo-leva, Luz & Constantino, Luis & Benavides, Pablo & Montoya, Esther & Valencia, Nelson. (2012). Evaluation of aquatic macroinvertebrates and water quality in streams of coffee farms in Cundinamarca and Santander, Colombia. *Revista Cenicafé*. 63(1):70-92.

Giacometti, J.C. y F. Bersoba (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín técnico* 6, Serie Zooloía 2: 17-32

Gutiérrez-Fonseca, Pablo & Alonso-Rodríguez, Aura & Ramirez, Alonso. (2016). Guía

fotográfica de familias de macroinvertebrados acuáticos de Puerto Rico. 10.13140/RG.2.1.2131.9443.

Gutiérrez-Fonseca, Pablo E. (2010). Capítulo 6: Plecópteros. Revista de Biología Tropical, 58 (Supl. 4), 139-148. Recuperado de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800006&lng=en&tlng=es.

Gutiérrez-Yurrita, P.J., Morales-Ortiz, A., Oviedo, A. y Ramírez, C. (2002). Distribution, spread, hábitat characterization and conservation of the crayfish specie (Cambaridae) in Querétaro (Central México). Freshwater Crayfish 13: 288-297.

Hahn-vonHessberg, C., Toro, D., Grajales-Quintero, A., Duque-Quintero, G., Serna-Uribe, L. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. Bol.cient.mus.hist.nat. 13 (2): 89 - 105.

Hanson, Paul, Springer, Monika y Ramírez, Alonso. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical, 58 (Supl. 4), 3-37. Recuperado, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800001&lng=en&tlng=es.

Harold Harbert & Kim Morris- Zarneke. (2004). Georgia Adopt-A-Stream, Volumen 11. file:///C:/Users/Admin/Downloads/Sep_Oct2004.pdf

Hernando- Bernal, Z; Carlos-Hugo, S; Mario-Angulo, T & Miren-Onandia, O. (2009). Amazonia y Agua: Desarrollo sostenible en el siglo XXI. ISBN: 978-84-934779-8-1 https://www.ehu.es/cdsea/web/wpcontent/uploads/2016/11/Libro_Amazonia_Agua.pdf

Hincapié-Montoya D M, Posada-García J A, Álvarez-Arango L F, Velásquez C, Serna-Arbeláez J D (2022): Lista de macroinvertebrados acuáticos continentales de Colombia.v3.3. Grupo Taxón-MIA. Data set/Checklist. <https://doi.org/10.15472/hmyvdl>

- INEN. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169: 2013 AGUA. Calidad del Agua. Muestreo, Manejo y Conservación de Muestras. Norma Técnica Ecuatoriana (Vol. First Edit). Ecuador.
- J. Falla, P. Laval-Gilly, M. Henryon, D. Morlot and J. Ferard, “Biological Air Quality Monitoring: a Review”, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 64, no. 3, pp. 627–644, 2000. <https://doi.org/10.1023/A:1006385924945>
- Javier Alba-Tercedor. (2015). Orden Ephemeroptera. *Revista IDE@ - SEA*, n° 40 (30-06-2015): 1–17. ISSN 2386-7183. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_40.pdf
- Jiménez, Ramiro & Barnuevo, Eduardo & Timbe Borja, Bruno & Astudillo, Pedro. (2021). El uso de gremios tróficos en macroinvertebrados acuáticos como herramienta de monitoreo en los Altos Andes del Sur de Ecuador. *Neotropical Biodiversity*. 7. 310-317. 10.1080/23766808.2021.1953891.
- Juan David Gutiérrez; Wolfgang Riss & Rodulfo Ospina. (2004). Bioindicación de la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos en la sabana de Bogotá, utilizando redes neuronales artificiales. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/4/6/>
- Justiniano-Melgar, Aleida & Pinto Viveros, Marco & Banegas, Sandy. (2021). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE VALORES DE BIOINDICACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LA CUENCA DEL RÍO PIRAÍ, SANTA CRUZ-BOLIVIA.
- L. Sheldon, J. B. Wallace y R. C. Wissmar. (1988). The role of disturbance in stream ecology. *Journal of North America Benthological Society* 7:433-455.
- Ladera, R, Rieradevall, M & Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza.e-Revista de Didáctica* 11. Retrieved 2013/12/20 from https://www.ehu.es/ikastorratza/11_alea/macro.pdf. (ISSN:1988-5911)
- Leaño Sanabria, Juan Jacobo, & Pérez Barriga, Deysi. (2020). Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del

Río Trancas, Municipio de Entre Ríos - Tarija. Acta Nova, 9(4), 567-591.

Recuperado

de

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S168307892020000100007&lng=es&tlng=es.

Lema Aulestia, Henry Alfonso. (2014). “PLAN DE PROMOCIÓN TURÍSTICA PARA EL CANTÓN TIWINTZA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO; PERÍODO 2013-2017.

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7220/6.19.000982.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

1Library (2023). **ÍNDICES ECOLÓGICOS**. <https://1library.co/article/%C3%ADndices-ecol%C3%B3gicos-indicadores-ecol%C3%B3gicos.q2n5406>

1Library (2020). Análisis y presentación de datos.

<https://1library.co/article/an%C3%A1lisis-y-presentaci%C3%B3n-de-datos-metodolog%C3%ADa-estad%C3%ADstica.yd7n7dpl>

1Library (2022). Macroinvertebrados Acuáticos.

<https://1library.co/article/macroinvertebrados-acu%C3%A1ticos-fauna-acu%C3%A1tica.zwv17mn>

Liñero, I., Balarezzo, V., Eraso, H., Pacheco, F., Ramos, C., Muzo, R., & Calva, C. (2016). Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. Cuadernos de Investigación UNED, 8(1), 69–75.

López Mendoza, Santiago; Huertas Pineda, David; Jaramillo Londoño, Ángela María; Calderón Rivera, Dayam Soret; Díaz Arévalo, José Luis. (2019). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). Ingeniería y Desarrollo, vol. 37, núm. 2 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85263724007>

MacCafferty, P y A.V. Provonsha, (1998). Aquatic Entomology. Jones and Bartlet Publish.

Mafla Herrera, M. (2006). Guía para evaluaciones ecológicas rápidas con indicadores biológicos en ríos de tamaño mediano Talamanca, Costa Rica. Macroinvertebrados (BMWP-CR Biological Monitoring Working Party) y Hábitat (SVAP Stream Visual Assessment Protocol) Turrialba, Costa Rica. CATIE. 85 p.

- Magurran, A. E., 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- MAPNALL (2023). Cantón Tiwintza (Tiwintza). https://mapnall.com/es/Mapa-Cant%C3%B3n-Tiwintza_1598536.html
- Mashiant, C., & Jessica, M. (2019). Caracterización de insectos hemimetábolos de la orden hemíptera como grupo Bioindicador en un proceso de restauración ecológica con enmiendas de Biochar en el CIPCA (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).
- Méndez, A. & Tarela, P. (2010). Transporte de contaminantes en el medioacuático. Universidad Tecnológica Nacional. Maestría en Ingeniería Ambiental.
- Mercy Elizabeth Medina Medina & Marlon Augusto Andrade Riascos (2009). DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO MALACATOS MEDIANTE FAUNA BENTÓNICA COMO BIOINDICADORA Y ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN. <https://dspace.unl.edu.ec/bitstream/123456789/5046/1/DETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20%20AGUA%20DEL%20R%C3%8D%20MALACATOS.pdf>
- Maritza, M., Aguirre, R., Eddi, S., Vanegas, A., Ii, C., García, C. N., & Ii, Á. (2016). Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal , Guatemala, Revista ciencias técnicas agropecuarias, 25(2), 39–43.
- Morales, A. & Castro, E. (2015). Importancia y utilidad de los bioindicadores acuáticos. Biodiversidad Colombia, 5, 39-48.
- Morales, Ana & Cárdenas, Estrella. (2015). Importancia y utilidad de los bioindicadores acuáticos. Biodiversidad Colombia. 5. 39-48.
- Olguín, E., González, R., Sánchez, G., Zamora, J., & Owen, T. (2010). Contaminación de ríos urbanos: El caso de la subcuenca del río Sordo en Xalapa, Veracruz, México. Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal, 1(2), 178-190.
- Narcís, P; Raúl, A; Christian, V & María, R. (2018). GUIA PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS LARVAS DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA) DE LOS RÍOS ALTOANDINOS DE ECUADOR Y PERÚ Clave para la determinación de los principales morfotipos larvarios. <http://www.ub.edu/riosandes/docs/CLAVE%20MACROMORFOLOGIA%20LAVAS%20V10.pdf>

- Palma, Alejandro. (2013). GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS DE CHILE.
- Pave, Paola J, & Marchese, Mercedes. (2005). Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecología austral*, 15(2), 183-197. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667782X2005000200008&lng=es&tlng=es.
- Pedro E. Soler, José L. Berroterán, José L. Gil y Rafael A. Acosta (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003
- Prat, Narcís, Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. (pp. 631-654). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Porras Kevin. (2017). EVALUACION DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS COMO INDICADORES BIOLOGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL AMIDAS DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menendez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador, XXXVIII(3), 41–51.
- Ramírez, Alonso. (2010). Capítulo 5: Odonata. *Revista de Biología Tropical*, 58 (Supl. 4), 97-136. Recuperado de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800005&lng=en&tlng=es.
- Rincon, Jose & Merchán, Diana & Rojas, Damodara & Sparer, Agustin & Zarate, Edwin. (2017). Macroinvertebrados de los Ríos del Parque Nacional Cajas.
- Ríos-Touma Blanca, Holzenthal W.Ralph, Huisman Jolanda, Thomson Robin and Rázuri-Gonzales Ernesto. 2017. Diversity and distribution of the Caddisflies (Insecta: Trichoptera) of Ecuador. *PeerJ* 5:e2851; DOI 10.7717/peerj.2851
- Roldán, G. (2003). La bioindicación de la calidad del agua en Colombia, propuesta para el

uso del método BMWP-COL. Colección ciencia y tecnología. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín

Roldán-Pérez, Gabriel. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40 (155), 254-274. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>

(2012). Importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003

Prat, Narcís, Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. (pp. 631-654). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

Porras Kevin. (2017). EVALUACION DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS COMO INDICADORES BIOLOGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL AMIDAS DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI

Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menendez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador, XXXVIII(3), 41–51.

Ramírez, Alonso. (2010). Capítulo 5: Odonata. *Revista de Biología Tropical*, 58 (Supl. 4), 97-136. Recuperado de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800005&lng=en&tlng=es.

Rincon, Jose & Merchán, Diana & Rojas, Damodara & Sparer, Agustin & Zarate, Edwin. (2017). Macroinvertebrados de los Ríos del Parque Nacional Cajas.

Ríos-Touma Blanca, Holzenthal W.Ralph, Huisman Jolanda, Thomson Robin and Rázuri-Gonzales Ernesto. 2017. Diversity and distribution of the Caddisflies (Insecta: Trichoptera) of Ecuador. *PeerJ* 5:e2851; DOI 10.7717/peerj.2851

Roldán, G. (2003). La bioindicación de la calidad del agua en Colombia, propuesta para el

uso del método BMWP-COL. Colección ciencia y tecnología. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín

Roldán-Pérez, Gabriel. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 40 (155), 254-274. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>

Rosas Acevedo, José Luis, Ana Yolanda, Sánchez Infante, Audel, Sampedro Rosas & María Laura, (2015). Evaluación del medio físico y calidad del agua por medio de insectos bioindicadores, en el brazo derecho del cauce Aguas Blancas, Acapulco Gro., México <http://ri.uagro.mx/handle/uagro/594>

Ruth C Herbas A; Francis R Ostoic & Ariel Gonzales R (2006). INDICADORES BIOLÓGICOS DE CALIDAD DEL AGUA. <https://pdfslide.net/documents/indicadores-biologicos-calidad-agua.html?page=2>

Sánchez-Herrera, M.J. (2005). El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río Pamplonita Norte de Santander. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas 3(2): 54-67.

Solanes, M., & Peña, H. (2003). Gobernanza efectiva del agua en las Américas: un tema clave . CEPAL.

SiB.(2021). Catálogo de la Biodiversidad. <https://catalogo.biodiversidad.co/file/56deeb3083c45700544e3c38/summary>

Springer, Mónica. (2010). Capítulo 7: Tricópteros. Revista de Biología Tropical, 58 (Supl. 4), 151-198. Recuperado de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800007&lng=en&tlng=es.

Springer, Monika. (2006). Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. 54. 273-286.

Terneus-Jácome, Esteban, & Yáñez, Patricio. (2018). PRINCIPIOS FUNDAMENTALES EN TORNO A LA CALIDAD DEL AGUA, EL USO DE BIOINDICADORES ACUÁTICOS Y LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA FLUVIAL EN

ECUADOR. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 27(1), 36-50. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.03>

Thakare, V.G., & Zade, V.S. (2011). Diversity, Abundance and Species Composition of Water Beetles (Coleoptera: Dytiscidae, Hydrophilidae and Gyrinidae) in Kolkas Region of Melghat Tiger Reserve, Central India.

[1412_TWINTZA_MORONA_SANTIAGO.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/1412_TWINTZA_MORONA%20SANTIAGO.pdf) (sni.gob.ec) http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/1412_TWINTZA_MORONA%20SANTIAGO.pdf

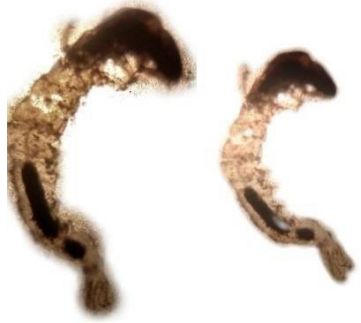


Urdanigo, J. P., Díaz Ponce, M., Tay-Hing Cajas, C., Sánchez Fonseca, C., Yong Benitez, R., Armijo Albán, K., Guerrero Chuez, N., & Mancera-Rodríguez, N. J. (2019).





Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en quebradas con diferente cobertura ribereña en el bosque Protector Murocomba, Ecuador. Revista de Biología Tropical, 67(4), 861-87


Zapatero, S & Elozegi, A. (2009). Capítulo 1 del libro 'Conceptos y técnicas en ecología fluvial'.
Presentación: importancia de los ríos http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/index.htm

12. ANEXOS

Tabla 8 Ficha de Macroinvertebrados colectados e identificados en el río Kushapukos. Fuente: Hilaño,2023.

#	FOTO	TAXONOMIA	BMWP/Col	
			CLASE	VALOR
1		Clase: <i>Insectos</i> Orden: <i>Trichoptera</i> Familia: <i>Hydropsychidae</i> Género: <i>Leptonema</i>	II	5
2		Clase: <i>Insectos</i> Orden: <i>Coleoptera</i> Familia: <i>Chironomidae</i> Género: <i>Larsia</i>	III	2
3		Clase: <i>Insectos</i> Orden: <i>Hemiptera</i> Familia: <i>Velidos</i> Género: <i>Rhagovelia</i>	I	8

4		Clase: <i>Insectos</i> Orden: <i>Hemiptera</i> Familia: <i>Naucoridae</i> Género: <i>Cryphocricos</i>	II	7
5		Clase: <i>Insectos</i> Orden: <i>Hemiptera</i> Familia: <i>Naucoridae</i> Género: <i>Limnocoris</i>	II	7
6		Clase: <i>Insectos</i> Orden: <i>Odonata</i> Familia: <i>Coenagrionidae</i> Género: <i>Argia</i>	II	7
7		Clase: <i>Insectos</i> Orden: <i>Ephemeroptera</i> Familia: <i>Leptoxyphidae</i> Género: <i>Leptoxyphes</i>	II	7
8		Clase: <i>Insectos</i> Orden: <i>Diptera</i> Familia:	III	2

	<p><i>Chironomidae</i> Género: <i>Polypedilum</i></p>		
---	---	--	--

VALIDACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS
ACUÁTICOS PARA EL TRABAJO DE TITULACIÓN:

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A TRAVÉS DE
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL RIO
KUSHAPUKOS EN EL CANTÓN TIWINTZA, PROVINCIA DE MORONA
SANTIAGO”









Fotografía	Taxón	Correcto	Incorrecto
	Hydropsychidae: Leptonema	X	
	Chironomidae;	x	
	Veliidae: Rhagovelia	X	
	Naucoridae: Cryphocricos	X	
	Naucoridae: Limnocoris	X	

Ilustración 1 Validación de los organismos de Macroinvertebrados colectados e identificados. Fuente: Hilaño,2023

	Coenagrinae: argia	X
	Leptohyphidae; leptohyphes	X
	Chironomidae;	X


<p>Identificado Por:</p> <p>Paola Hilaño Universidad Estatal Península de Santa Elena</p>	<p>Validado Por:</p> <div data-bbox="1182 1703 1430 1801" data-label="Image">  </div> <p>Mauricio Herrera-Madrid Asistente de Gestión de Información Colección de Macroinvertebrados Acuáticos Instituto Nacional de Biodiversidad</p>
--	--

Ilustración 2 Validación de los organismos de Macroinvertebrados colectados e identificados. Fuente: Hilaño,2023

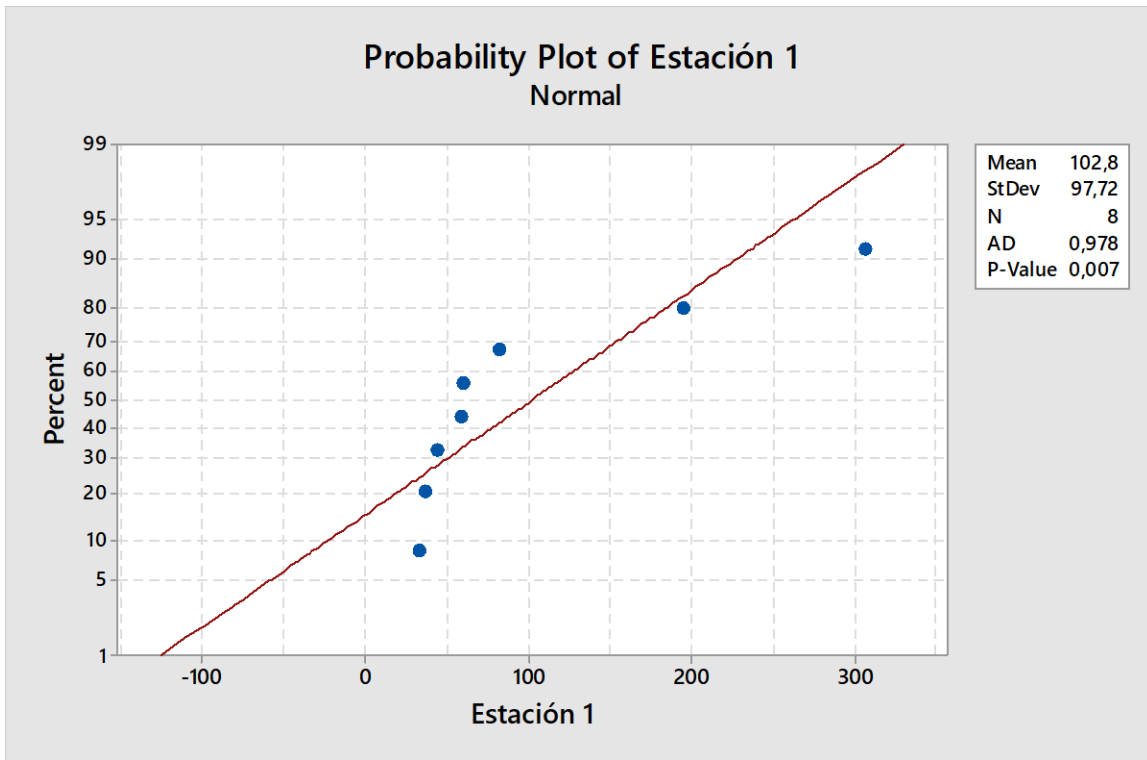


Ilustración 3 Prueba estadística de normalidad para la Estación 1. Fuente: Hilaño,2023.

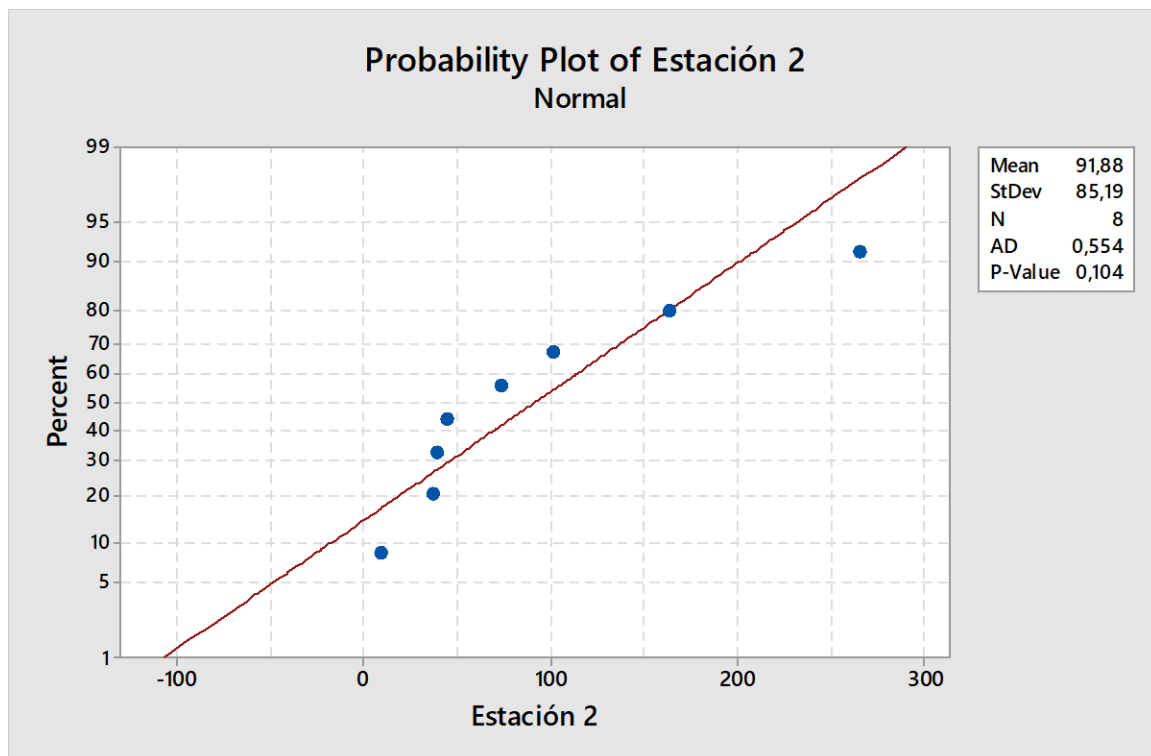


Ilustración 4 Prueba estadística de normalidad para la Estación 2. Fuente: Hilaño,2023

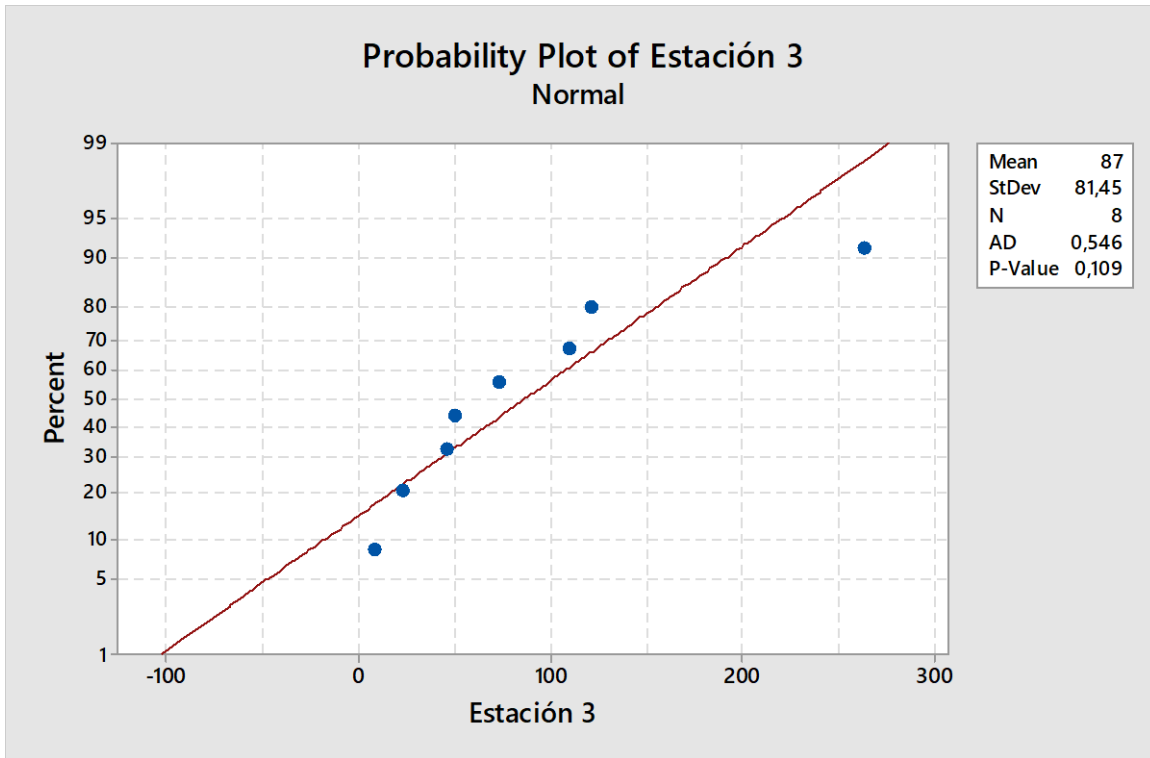


Ilustración 5 Prueba estadística de normalidad para la Estación 3. Fuente: Hilaño,2023.

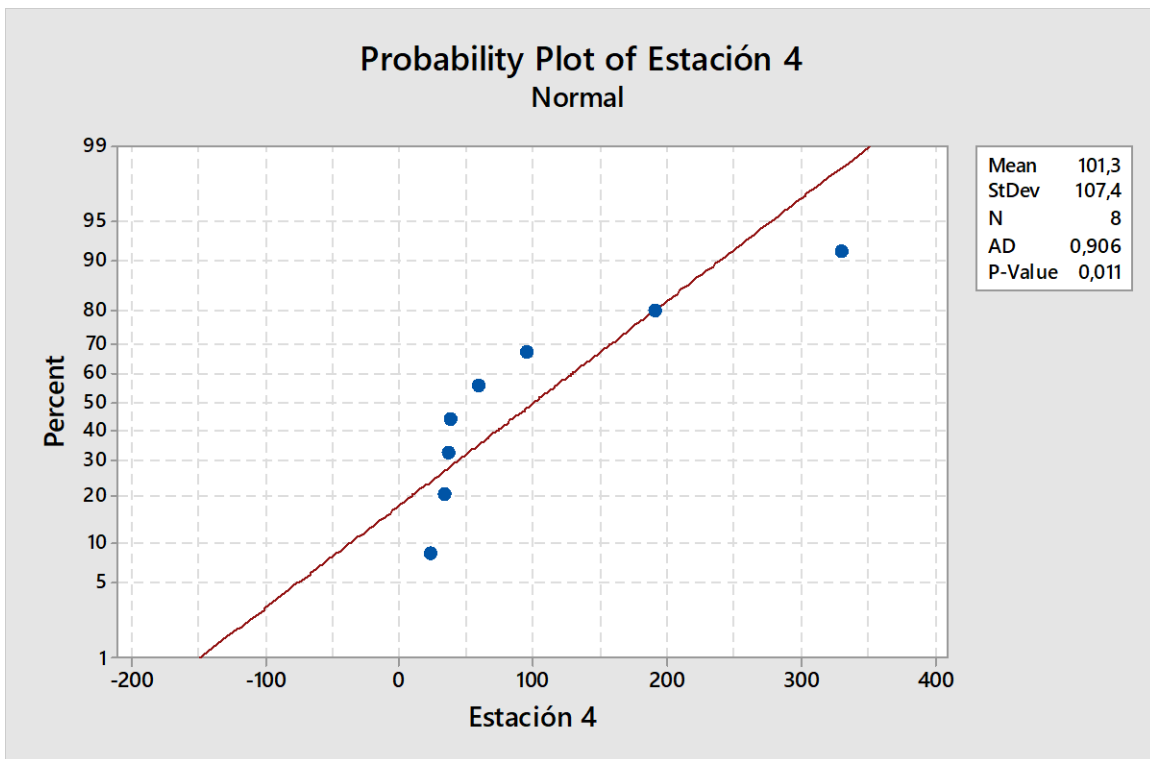


Ilustración 6 Prueba estadística de normalidad para la Estación 4. Fuente: Hilaño,2023.

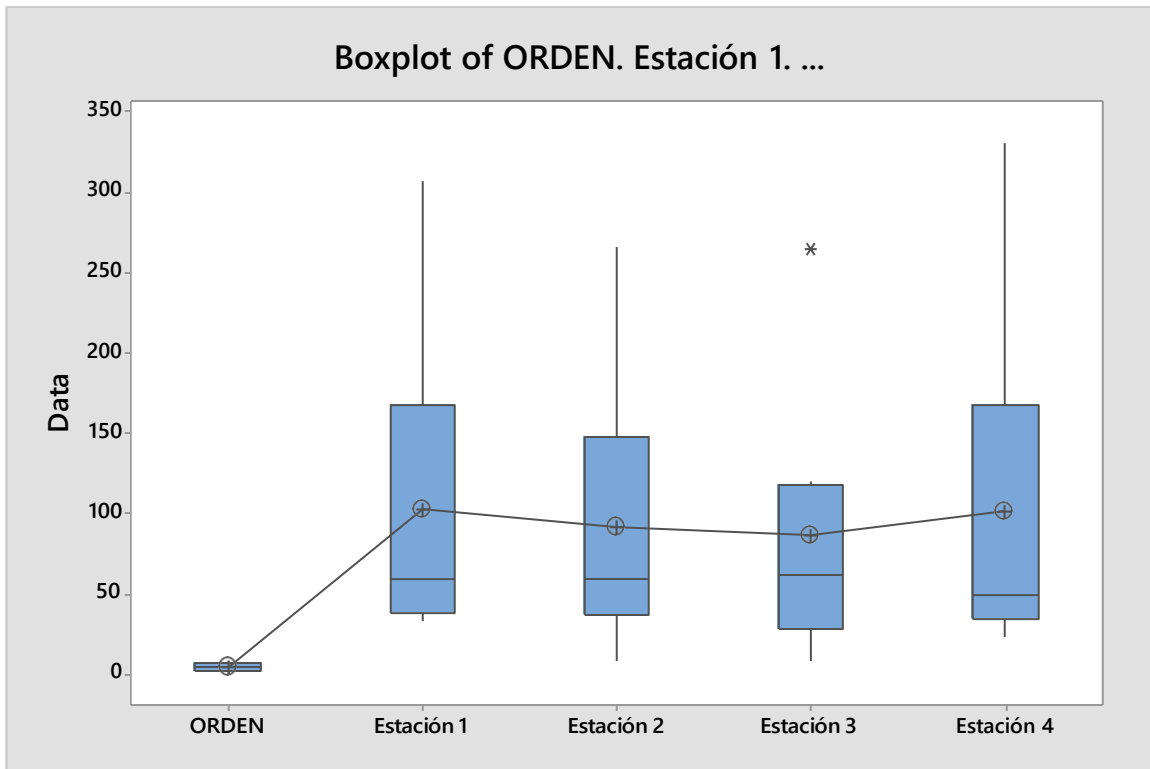


Ilustración 7 Histogramas de estaciones. Fuente: Hilaño,2023.



Ilustración 8 Balneario Shirim, área de uso recreativo. Fuente: Hilaño,2023.



Ilustración 9 Estaciones de muestreo. Fuente: Hilaño, 2023.



Ilustración 10 Estaciones de muestreo. Fuente: Hilaño, 2023.



Ilustración 11 Fase de campo, recolección de especies. Fuente:2023



Ilustración 12 Presencia de basura en las orillas del río. Fuente: Hilaño, 2023.