

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Relación de las características fisicoquímicas del agua con la calidad
biológica basado en macroinvertebrados en el río Mejiamayu,
Palmapampa, Ayacucho 2020**

**Tesis para optar el título profesional de
Bióloga, Especialidad: Ecología y Recursos Naturales**

**Presentado por:
Bach. Edith Quispe Lopez**

**Asesor:
Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz**

**Co- Asesores:
Mg. Carolina Rayme Chalco
Mg. Rebelino Acuña Martínez**

Ayacucho - Perú

2024

A mis padres con mucho amor
Gerardo y Benedicta.

AGRADECIMIENTOS

A mi *alma mater*, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por los conocimientos adquiridos en mis estudios universitarios.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, por las facilidades para el logro y materialización de mis estudios en la carrera profesional de Biología.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Biología quienes contribuyeron con mi formación académica.

Al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica por brindarme las facilidades materiales para realizar el trabajo de investigación.

A mis asesores, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz, Mg. Carolina Rayme Chalco y Mg. Rebelino Acuña Martínez por su valioso aporte en la orientación y asesoramiento de la presente investigación.

A todas las personas quienes con sus consejos y apoyo influyeron en la culminación del presente trabajo de investigación.

A keli Quispe Lopez y Sanie Auqui Quispe por su apoyo en el muestreo y evaluación de campo

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Macroinvertebrados acuáticos	6
2.2.2. Índices bióticos	6
2.2.3. Población	6
2.2.4. Muestra	6
2.2.5. Taxonomía	6
2.2.6. Época seca	6
2.2.7. Época lluviosa	6
2.3. Bases teóricas	7
2.3.1. El ecosistema acuático	7
2.3.2. Calidad de agua del río	7
2.3.3. Contaminación del entorno acuático	8
2.3.4. Macroinvertebrados acuáticos	8
2.3.5. Bioindicadores de la calidad de agua	9
2.3.6. Características ideales de un bioindicador	9
2.3.7. Empleo de algunos Índices en la evaluación de macroinvertebrados	10
2.3.8. Calidad fisicoquímica del agua	14
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1. Área de estudio	17
3.1.1. Ubicación política	17
3.1.2. Aspectos generales del río Mejiamayu	17

3.1.3. Identificación geográfica de zona de trabajo	18
3.2. Población y muestra	19
3.2.1. Población	19
3.2.2. Muestra	19
3.3 Toma de muestras y metodología	19
3.3.1. Recolección de macroinvertebrados acuáticos	19
3.3.2. Recolección y medición de las muestras de agua	19
3.3.3. Selección de las muestras	20
3.3.4. Identificación de los macroinvertebrados	20
3.4. Elaboración de datos	21
3.4.1. La prueba de Kruskal Wallis	21
3.4.2. La prueba de Spearman	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES	38
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	39
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados para la obtención del índice BMWP.	11
Tabla 2. Clasificación del medio acuático y significado según el índice BMWP.	11
Tabla 3. Puntajes establecidos a diferentes familias de macroinvertebrados según el Índice IBF.	13
Tabla 4. Rangos del Índice Biótico de Familia (IBF).	14
Tabla 5. Puntos de zonas para el muestreo, elevación y coordenadas UTM en el tramo del río Mejiamayu, Palmapampa, 2020.	18
Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos y métodos empleados	20
Tabla 7. Valor promedio mediante el índice BMWP/Col para las zonas y meses de muestreo, en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	23
Tabla 8. Valor promedio mediante el índice IBF para las zonas y meses de muestreo, río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	24
Tabla 9. Características fisicoquímicas promedio del agua por zonas y meses de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	25
Tabla 10. Relación entre el índice (BMWP e IBF) y las características fisicoquímicas del agua en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Conglomerados de similitud de las zonas de muestreo basado en puntajes de índices de calidad biológica en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020 a: BMWP, b: IBF	27
Figura 2. Conglomerados de similitud de los meses de muestreo basado en puntajes de índices de calidad biológica en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020 a: BMWP, b: IBF	28

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultado para la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las familias de macroinvertebrados acuáticos en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	47
Anexo 2. Familia de macroinvertebrados colectados por zonas y meses de muestreo, en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	488
Anexo 3. Resultado para la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las características fisicoquímicas de agua en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	499
Anexo 4. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las zonas muestreo según las familias de macroinvertebrados hallados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	50
Anexo 5. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los meses de muestreo según las familias de macroinvertebrados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	51
Anexo 6. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las zonas muestreo según las características fisicoquímicas del agua en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	52
Anexo 7. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los meses de muestreo según las características fisicoquímicas del agua en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	53
Anexo 8. Valores promedios, mínimos y máximos del puntaje para los índices BMWP/Col e IBF para puntos de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	54
Anexo 9. Valores promedios, mínimos y máximos del puntaje para los índices BMWP/Col e IBF para meses de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	55
Anexo 10. Resultados prueba de Kruskal-Wallis para comparar las zonas de muestreo según el índice de calidad (BMWP e IBF) en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	56
Anexo 11. Resultado prueba de Kruskal-Wallis para comparar los meses de muestreo según el índice de calidad (BMWP e IBF) en el río Mejiamayu, Palmapampa Ayacucho 2020.	57

Anexo 12.	Similitud de las zonas de muestreo a través de los índices IBF (Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) del río Mejiamayu. Palmapampa, Ayacucho 2020.	58
Anexo 13.	Similitud de los meses de muestreo a través de los índices IBF (Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) del río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	59
Anexo 14.	Valor promedio y desviación estándar del puntaje para los índices BMWP según zonas de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	60
Anexo 15.	Valor promedio y desviación estándar del puntaje para los índices BMWP según meses de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	61
Anexo 16.	Valor promedio y desviación estándar del puntaje para los índices IBF para las zonas muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	62
Anexo 17.	Valor promedio y desviación estándar del puntaje para los índices IBF para meses de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	63
Anexo 18.	Imágenes de los principales componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática de las familias Baetidae Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Perlidae, Libellulidae, Polythoridae, Gelastocoridae, Corydalidae y Naucoridae identificados en el río Mejiamayu, Palmapampa Ayacucho 2020.	64
Anexo 19.	Imágenes de los principales componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática de las familias Helicopsychidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Odontoceridae, Psychodidae, Tipulidae, Chrysomelidae y Dryopidae identificados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	65
Anexo 20.	Imágenes de los principales componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática de las familias Lampyridae Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Oligoneuriidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Hydroptilidae y Glossosomatidae identificados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	66
Anexo 21.	Registro fotográfico de las zonas de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.	67

Anexo 22.	Mapa de ubicación de las zonas de muestreo en el río Mejiamayú, Palmapampa, Ayacucho 2020.	70
Anexo 23.	Matriz de consistencia	71

RESUMEN

Los macroinvertebrados acuáticos cumplen un papel importante en el funcionamiento de los sistemas fluviales por lo que es importante caracterizarlos para aproximarnos al conocimiento de los mismos. Aspectos como composición y la abundancia de los componentes de dicha comunidad son muy importantes. Los objetivos de este trabajo de investigación fueron: Determinar la calidad biológica mediante los índices IBF (Índice Biótico de Familia), BMWP/Colombia; determinar las características fisicoquímicas (turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza total, pH, cloruros, fosfatos, sulfatos y nitratos), relacionar calidad biológica determinada mediante los índices IBF (Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia adaptado para Colombia, con las características fisicoquímicas y estimar la similitud de los índices IBF (Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia. Los muestreos se desarrollaron en el tramo del río Mejiamayú en Palmapampa, en cinco zonas de muestreo durante seis meses, se desarrollaron desde el mes de febrero a julio del 2020. Para la identificación de 1953 individuos colectados se empleó la clave de Fernández y Domínguez (2011). Con el índice BMWP/Col en los diferentes puntos de muestreo se determinó que la calidad del agua varía entre aceptable, dudosa y crítica, mientras en los diferentes meses de muestreo la calidad de agua varía entre aceptable y dudosa, según el índice IBF en los diferentes puntos y meses de muestreo, la calidad fue excelente. La conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, turbidez, fósforo y nitratos tuvo correlación con el índice BMWP/Col y el pH con el índice IBF. La similitud de las zonas de muestreo de acuerdo al índice BMWP tienen un valor superior a aproximadamente 60%, detectando mayor variabilidad, lo que no ocurrió con IBF, donde las zonas son similares por encima del 93 %. Mientras para los meses de muestreo, tanto el índice BMWP e IBF, son semejantes, por encima del 75 %.

Palabras clave: Macroinvertebrados acuáticos, calidad biológica.

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos tienen la capacidad de ser el hábitat de gran número de organismos, los cuales son sensibles a los cambios de los parámetros fisicoquímicos del agua y factores externos como la agricultura y presencia de zona urbana, estos organismos tienen un tamaño relativamente grande, se pueden observar a simple vista dentro de estos organismos se encuentran los macroinvertebrados (Roldan y Ramírez, 2008). Las condiciones ambientales de los ecosistemas determinan las características de las poblaciones y comunidades que habitan en ella, por lo que pueden ser empleados como bioindicadores de dichas condiciones, en la actualidad se tiene índices que han sido desarrollados empleando el comportamiento de las poblaciones, como por ejemplo a través de la presencia, ausencia, abundancia y el comportamiento de las comunidades, con la presencia de taxones, dichos índices se han desarrollado teniendo en cuenta la relación de los macroinvertebrados acuáticos y las características fisicoquímicas del agua, por ello se afirma que las comunidades acuáticas actúan como testigos del nivel de deterioro ambiental de los ecosistemas. Los macroinvertebrados acuáticos tienen poca tolerancia a condiciones ambientales del ecosistema ya que la mayoría de ellos se desarrollan total o parcialmente en el agua y su presencia y abundancia son el resultado de las relaciones con las características fisicoquímicas del agua; así mismo, al comparar los resultados entre un índice biótico y uno fisicoquímico, se ha encontrado que los índices bióticos son más adecuados para evaluar las diferentes características ambientales de las aguas. Por esta razón, los macroinvertebrados son considerados uno de los índices seguros como bioindicadores en la evaluación de agua de los ríos (Alba-Tercedor, 1996). Hay numerosos estudios que nos indican que existe asociación de la calidad de agua y los macroinvertebrados, por ello se han hecho muchas

investigaciones relacionadas a este tema, utilizando a los macroinvertebrados como indicadores para conocer el estado de agua de los ríos (Pastran, 2017).

En este estudio, se aplicó los índices para conocer las características de los macroinvertebrados, no solo para su uso como bioindicadores sino también para caracterizar los ecosistemas. Para el VRAEM que presenta muchos recursos hídricos, es importante los estudios del río Mejiamayu ubicada en Palmapampa, porque se encuentra afectada por la agricultura y la zona urbana, que pueden estar afectando directamente a los macroinvertebrados. Por ello en esta investigación se formularon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la relación existente entre las características fisicoquímicas del agua con la calidad biológica basado en macroinvertebrados en el río Mejiamayu, ubicado en la localidad de Palmapampa.

Objetivos específicos

- a. Determinar la calidad biológica mediante los índices IBF (Índice Biótico de Familia), BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) del río Mejiamayu.
- b. Determinar las características fisicoquímicas (turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza total, pH, cloruros, fosfatos, sulfatos y nitratos) de las aguas del río Mejiamayu.
- c. Relacionar calidad biológica determinada mediante el Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia), con las características fisicoquímicas (turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza total, pH, cloruros, fosfatos, sulfatos y nitratos) del río Mejiamayu.
- d. Estimar la similitud de las zonas y meses de muestreo a través de los índices IBF (Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) de las aguas del río Mejiamayu.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En la investigación de Forero (2017), se estudio las comunidades de macroinvertebrados presentes en la parte alta de la cuenca del río Frio Tabio, Cundinamarca, midió los parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados para un estudio en base a calidad de agua contaminada por impactos antrópicas cercanos al río. Para medir la calidad de agua contaminada se utilizaron métodos biológicos índice BMWP/col. y fisicoquímicos donde se ubicaron cinco (5) puntos para el muestreo, los cuales se diferenciaron en zonas aceleradas y zonas pausadas para la recolección de macroinvertebrados acuáticos. Para las muestras fisicoquímicas se tomaron las variables de fosforo, sólidos disueltos totales, nitratos, se mostró alteración en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en cada zona de evaluación, cuando disminuye la calidad biológica, las características fisicoquímicas de igual forma evidencian cambios frente a la influencia antrópica que se produce sobre la cuenca. Hay una clara evidencia de que existe una relación de las características fisicoquímicas y la abundancia de familias de macroinvertebrados. Los resultados fueron semejantes para los índices biológicos y fisicoquímicos respecto al estado del medio acuático, en el sitio 5 se presentó la mayor contaminación esto se debe a que se encuentra próximo de la zona urbana y las actividades mineras que existe en la cuenca.

En su investigación Baque (2021), Estudio de calidad de agua mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos en el río Buenos Aires, Jipijapa en Ecuador, el estudio se realizó con el objetivo de determinar la calidad del agua en un río de montaña basado los índices biológicos y fisicoquímicos, mediante el estudio desarrollado entre los meses de septiembre y octubre en cinco (5) puntos determinados en todo el tramo del río, la calidad biológica del agua fue evaluada utilizando los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en la

evaluación y la colección se realizó en diferentes hábitats aguas aceleradas, restos vegetales, sustrato y a las orillas del río, se registró un total de 765 individuos que pertenecen a 14 familias y 6 órdenes, se midió con el índice BMWP, catalogando como calidad muy mala, extremadamente perturbadas, hay algunas familias de macroinvertebrados que se excluyeron porque no se encuentran en la lista del índice BMWP, los valores señalan aguas fuertemente contaminadas, se analizó las características físicas (conductividad eléctrica temperatura, pH, sólidos disueltos totales y el oxígeno) utilizando el Multiparámetro los valores se encuentra fuera de rango de los límites máximos permisibles según la normativa que está diseñado para este tipo de estudio de agua de los ríos, se concluyó que las aguas de este río estaría sufriendo cambios por causa de la contaminación.

Luciani (2022) en su investigación titulada “Determinación de la relación entre las propiedades fisicoquímicas del agua y macroinvertebrados acuáticos - Santa Carmen” en Tingo María, donde se seleccionaron cinco (5) puntos para el muestreo, la colección de muestras de agua fue para medir los parámetros fisicoquímicos Temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y turbidez, la colección de macroinvertebrados acuáticos se hizo con la técnica de recolección manual para evaluar el índice BMWP con la finalidad de determinar la asociación que hay entre las variables. Las características fisicoquímicas presentaron cambios en ambos periodos de muestreo. En total se registraron 743 individuos que pertenece a 5 clases ,12 órdenes y 37 familias de macroinvertebrados. La calidad del agua varía entre buena y aceptable según el índice BMWP en los dos meses de evaluación.

Ayala y Vera (2020) en la tesis “Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores y su relación con los parámetros fisicoquímicos de agua del río San Lucas, Cajamarca”, el objetivo fue conocer si existe relación de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores y la calidad fisicoquímica, para el muestreo se seleccionaron seis estaciones, los resultados obtenidos fueron en total 13 familias que pertenecen a 4 clases y 6 órdenes, asimismo se utilizó el índice BMWP que cataloga en la mayoría a las estaciones (P04, P05, P06) como calidad muy crítica y en los dos meses. En cuanto a las características fisicoquímicos que se midió, fueron cloruro, nitrato, temperatura, TDS, pH y sulfato.

Chauca (2022) en la tesis “Calidad del agua y su relación con macro invertebrados bentónicos en la cuenca del río Mariño distrito de Abancay – Apurímac, 2018”, se seleccionaron tres puntos para la toma de muestras, donde se extrajeron muestras de parámetros fisicoquímicos, complementados con parámetros biológicos, los cuales fueron: Cloruros, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, fosfatos y nitratos e identificación de bioindicadores macroinvertebrados acuáticos para el empleo del índice BMWP. En cuanto a los macroinvertebrados acuáticos, teniendo como resultado 4 Clases, 8 Órdenes y 22 Familias, estableciéndose que la calidad de agua, basado en el índice BMWP, muestra que en los meses de junio a agosto el agua presenta una condición de aguas muy contaminadas (RIMA1 y RIMA3), mientras que entre los meses de septiembre a diciembre (RIMA3) la calidad de agua es extremadamente contaminada, concluyéndose así que el monitoreo con parámetros fisicoquímicos y biológicos los resultados fueron similares.

Peña y Villacorta (2014) en su trabajo de investigación titulado la relación que existe entre los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos y la calidad del agua de la microcuenca Mishquiyacu, para ello se aplicó el índice biológico BMWP/Col, así mismo se analizó las características fisicoquímicas como la temperatura, conductividad eléctrica, pH, nitrato y sulfato, para obtener mayor información relevante de los contaminantes que influyen en la presencia o ausencia de los organismos acuáticos y efecto sobre el estado del medio acuático. El trabajo se realizó en tres zonas, estación tramo alto E1, medio E2 y bajo E3. En total se registró 500 macroinvertebrados distribuidos en 09 órdenes y 20 familias. Las zonas E1 y E3 en el mes de enero fueron catalogadas como aguas contaminadas, con calidad de agua dudosa basado en el índice BMWP/Col en cambio los meses de marzo y mayo es catalogado en una sola calidad de agua que es aceptable. Los valores de Pearson encontrados de acuerdo a la relación que existe entre los macroinvertebrados acuáticos y los parámetros fisicoquímicos, la turbidez, conductividad, los sólidos totales disueltos, pH, color, dureza, nitrato, hierro y sulfatos tienen una relación con el índice IBMWP/Col.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Macroinvertebrados acuáticos

Invertebrados con un tamaño superior a 500 μm , entre los que se incluyen organismos como insectos, esponjas, planarias, sanguijuelas, oligoquetos, moluscos y crustáceos, entre los que se encuentran los cangrejos. En la mayoría de éstos, los estados inmaduros (huevos y larvas) son acuáticos, mientras que los adultos suelen ser terrestres (Fernández, 2012).

2.2.2. Índices bióticos

Especie ya sea vegetal, animal u hongo donde su sensibilidad es alta a las alteraciones en su hábitat debido a la aptitud que tienen los seres vivos para adquirir un determinado comportamiento frente a los cambios ocasionados en su medio, por ello, su capacidad de adaptación implica su presencia, ausencia o abundancia (Pastran, 2017).

2.2.3. Población

Conjunto de individuos de una sola especie que viven en un lugar determinado (López, 2014).

2.2.4. Muestra

Es un subconjunto o parte una población en que se llevará a cabo en un estudio. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros que se verá más adelante. La muestra es una parte representativa de la población (López, 2014).

2.2.5. Taxonomía

La taxonomía es la ciencia que se ocupa de clasificar organismos ya sea biológica, sistemática y de forma jerarquizada (Samanez et al., 2014)

2.2.6. Época seca

La época seca es el periodo de disminución de la precipitación y por también el caudal de los ríos, este periodo dura desde junio a octubre (Samanez et al., 2014).

2.2.7. Época lluviosa

La época lluvias o creciente se caracteriza por el incremento de caudal en los ríos resultado de precipitaciones intensas, lo cual en Perú tiene un periodo entre meses de diciembre y abril (Samanez et al., 2014).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. El ecosistema acuático

Los ecosistemas acuáticos son todas aquellas aguas superficiales que se distribuyen en los continentes, dentro de los ecosistemas acuáticos existen, de manera general, los sistemas loticos y lenticos. Los loticos son termino relativo al agua corriente, por ejemplo, un arroyo o un río y los lenticos se refiere a las aguas estancadas como pantanos, estanques, lagos y los humedales, que son cuerpos de agua someros. Estos ecosistemas son estudiados sistemáticamente por la limnología (Cervantes,2007)

2.3.1.1. Ríos

La primera impresión que se tiene cuando se mira un río es la de una fuerza de su corriente, las dimensiones de su cauce, las piedras y rocas de su fondo y la forma de sus orillas. Los ríos, riachuelos y quebradas son sistemas acuáticos de aguas corrientes o loticos, asociados comúnmente a lugares de erosión, transporte y sedimentación de materiales. Aunque las corrientes forman parte de los ecosistemas terrestres en casi todo el mundo, estas solo cubren el 1% de su superficie. Sin embargo, los ríos llevan anualmente al mar cerca de 37.000 km³ de agua lo que representa una gran cantidad (Roldán & Ramírez, 2008).

Las aguas de los ríos están relacionadas con el ciclo hidrológico. Del agua que se cae como la lluvia o nieve, solo una parte llega hasta los cauces, parte se evapora directamente del suelo y la vegetación, parte es absorbido por las raíces de las plantas y otra forma parte de agua subterránea. Representan reportes importantes acerca de la ecología de los ríos, en la cual se abordan temas tan variados como la flora, fauna, fisicoquímico, morfología y sedimentación (Roldán& Ramírez, 2008).

2.3.2. Calidad de agua del río

Es difícil dar una definición simple, indica que la calidad de agua está asociada con las aguas continentales, no es un concepto absoluto ni de fácil definir, por el contrario, es concepto relativo que depende del uso que se le va dar. Por esta razón es utilizado comúnmente para definir las características fisicoquímicas del agua. También, los estudios acerca de la calidad del agua se han transformado a través del tiempo a medida que ha incrementado su demanda en diversos usos y también han renovado las técnicas para determinar sus características (Sierra, 2021).

La calidad de un ecosistema acuático se puede precisar como: primero lista de concentraciones de sustancias orgánicas e inorgánicas y segundo la composición de la biota acuática que se encuentra en los cuerpos de agua. La calidad muestra cambios espaciales y temporales frente a factores externos e internos del cuerpo de agua (Sierra, 2021).

2.3.3. Contaminación del entorno acuático

La contaminación del medio acuático indica como la introducción directa o indirecta por acción antropogénica de sustancias o energías lo cual conlleva a problemas graves en los seres vivos, afecta la salud humana, dificultad en las actividades acuáticas y finalmente afecta a las actividades económicas (Sierra, 2021).

2.3.4. Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos muy diversos que no tienen espina dorsal y se puede observar a simple vista sin la necesidad de un microscopio, también de ser una fuente de energía para los animales más grandes. Estos son utilizados para el biomonitoreo por su sensibilidad frente a los cambios externos en su hábitat que afectan la composición de los macroinvertebrados (Álvarez & Pérez, 2007).

Los macroinvertebrados se definen como organismos con tamaño mayores a 0,5 mm, es decir, organismos que se observan fácilmente, por ello, la palabra “macro” nos indica que son aquellos organismos grandes que pueden ser atrapados por redes con medidas entre 200-500 mm (Roldán & Ramírez, 2008).

La aplicación como bioindicadores de la calidad de agua es más aceptado en los últimos tiempos siendo una de los métodos más utilizados en varios estudios relacionado a los medios acuáticos (Lenat, 1993). En la vigilancia y control de la contaminación en base a organismos como bioindicadores, existen muchas metodologías que utilizan una amplia variedad de organismos: algas macrófitos y macroinvertebrados. De todas las metodologías, aquellas basadas en el estudio de los macroinvertebrados acuáticos es el más utilizado. Los argumentos importantes de esta preferencia por parte de los investigadores radican en: su tamaño relativamente grande (visibles a simple vista), y la mayoría de los macroinvertebrados tienen distintas formas de responder de a diferentes tipos de contaminación físicoquímica (contaminación orgánica, cambios en el hábitat, captación de agua, eutrofización, acidificación, etc.), también tienen

características muy favorables al momento de hacer su estudio y correspondiente análisis (Alba-Tercedor, 1996)

2.3.5. Bioindicadores de la calidad de agua

Los macroinvertebrados utilizados como bioindicadores de calidad de agua se basa en el hecho de que estos organismos están adaptados o se encuentran en un hábitat determinado (Roldán & Ramírez, 2008).

Alguna variación en su hábitat se reflejará en la composición de los macroinvertebrados que allí habitan. Un río que ha padecido los efectos de la contaminación es el mejor ejemplo para ilustrar los cambios que suceden, los cuales varían de diversas con organismos sensibles característico de aguas oligotróficas, a organismos tolerantes de baja diversidad que viven en aguas perturbadas. Los cambios en pH, temperatura y la cantidad de iones disueltos (conductividad) son a menudo las variables a las cuales son más sensibles los organismos. Estas variables cambian fácilmente por contaminación por la agricultura y zona urbana (Roldán & Ramírez, 2008).

2.3.6. Características ideales de un bioindicador

Un organismo es considerado como un buen indicador de calidad del agua cuando se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es en porcentaje superior o ligeramente similar al resto de los organismos con los que comparte el mismo hábitat (Roldán y Ramírez, 2008). En los ríos que no han sufrido ninguna contaminación que son aguas claras y oligotróficas son aquellas aguas donde habitan las familias de macroinvertebrados sensibles como plecóptera ephemeroptera y trichoptera; además se encuentran en menor cantidad, odonatos, hemípteros, dípteros y neurópteros. En cambio, en ríos han sufrido o están siendo alteradas con residuos sólidos, aguas servidas, restos agroquímicos, se hallan familias tolerantes dominadas por quironómidos y moluscos, pero en algunos casos pueden estar presentes algunos organismos que son considerados indicadores de buena calidad (Roldán & Ramírez, 2008).

Al conocer el concepto de capacidades de un bioindicador, se puede ver que solo algunos individuos podrían cumplir estas cualidades. Para determinar un indicador de calidad biológica del agua del río, lo primordial es tener conocimiento sobre la flora y fauna del medio acuático donde se va realizar el estudio, los macroinvertebrados son muy utilizados por los siguientes beneficios (Rodríguez & Marín, 1999).

- Son abundantes, de amplia distribución y fáciles de recolectar
- Son sedentarios en su mayoría, por tanto, reflejan las condiciones locales
- Relativamente fáciles de identificar, si se comparan con otros grupos, como las bacterias y virus entre otros
- Presentan los efectos a los cambios ambientales de corto tiempo
- Proporcionan información para integrar efectos acumulativos.
- Tienen ciclos de vida largos
- Se pueden observar a simple vista
- Pueden ser cultivados en el laboratorio
- Responden rápidamente a las alteraciones externas
- Tienen poca variación genética

2.3.7. Empleo de algunos Índices en la evaluación de macroinvertebrados

Están constituidos de acuerdo a los conocimientos de los organismos bioindicadores, en función a las diferentes tipos de contaminación, que posibilita medir el estado ambiental actual en los entornos de los ecosistemas acuáticos afectados por la contaminación, el motivo por el cual se asigna un valor de acuerdo al tipo de tolerancia. Los indicadores dan a conocer un enfoque de las situaciones, contaminaciones ambientales y la influencia de la urbanización, tienen la capacidad de exponer las predisposiciones temporales respondiendo a variaciones en el medioambiente causados por las actividades antropogénicas (Gil, 2014).

2.3.7.1. El Índice Biológico Monitoring Working Party-Colombia (BMWP/ Col)

El BMWP fue originado en Inglaterra en (1970), a fin de ser práctico y rápido para estudiar la calidad del agua utilizando los macroinvertebrados como bioindicadores. Este método sólo necesita tener información de datos cualitativos (presencia o ausencia) e identificación a nivel de familia (Roldan, 2012).

La tolerancia de los la familia de macroinvertebrados a la perturbación orgánica, están en rangos de 1 y 10. Familias más vulnerables como Perlidae y trichopera poseen calificación de 10, en cambio las familias más resistentes a la contaminación poseen calificación de 1 siendo los quironomidos. La sumatoria de las calificaciones de cuyas familias resultan en la calificación general de BMWP. (Roldan, 2012)

Tabla 1. Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados para la obtención del índice BMWP.

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

Roldán (2003)

Tabla 2. Clasificación del medio acuático y significado según el índice BMWP.

Clase	Calidad	Valor (BMWP)	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	Azul
		101-120	Aguas no perturbadas	
II	Aceptable	61-100	Levemente perturbado: se evidencias efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente perturbadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy perturbadas	Naranja
V	Muy critica	< 60	Aguas fuertemente perturbadas	Rojo

Roldán (2003)

2.3.7.2. El índice Biótico de Familia (IBF)

Este índice es muy eficaz en la evaluación de la calidad del agua y el cálculo es sencillo, debido a que solo requiere la información a nivel de familia y su abundancia. Se le atribuye a cada familia un valor determinado de acuerdo a su tolerancia a la contaminación que va de 10 a 0, las familias más tolerantes obtienen mayor puntaje que aquellas menos tolerantes (Tabla 3); luego se emplea la siguiente fórmula (Hilsenhoff, 1988):

$$IBF = \frac{\sum n_i t_i}{N}$$

Donde:

N : Número total de macroinvertebrados en una muestra

n_i : Cantidad de individuos en una familia

t_i : Valor de tolerancia de cada familia

Tabla 3. Puntajes establecidos a diferentes familias de macroinvertebrados según el Índice IBF.

Orden	Familia	Valor de tolerancia
Díptera	Psychodidae	10
	Chironomidae (rojos)	8
	Ceratopogonidae	6
	Chironomidae (rosados)	6
	Empididae	6
	Muscidae	6
	Simuliidae	6
	Tabanidae	6
	Dolichopodidae	4
	Tipulidae	3
	Athericidae	2
	Blephariceridae	0
Plecóptera	Gripopterygiidae	1
	Perlidae	1
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Trycorythidae	4
	Leptophlebiae	2
Coleóptera	Helmidae	4
	Psephenidae	4
Megaloptera	Sialidae	4
	Corydalidae	3
Trichoptera	Helicophidae	6
	Hydropsychidae	4
	Hydroptilidae	4
	Leptoceridae	4
	Helicopsychidae	3
	Hidrobiosidae	0
	Glossosomatidae	0
Basommatophora	Physidae	8
	Lymnaeidae	6
	Amnicolidae	6
	Chiliniidae	6
Haplotaxida		10
Lumbriculida		8
Hirudinea		10

Hilsenhoff (1988).

Tabla 4. Rangos del Índice Biótico de Familia (IBF).

Clase	Rango del IBF	Calidad de agua	Color
I	< 3.75	Excelente	Celeste
II	3.76 - 4.25	Muy bueno	Azul
III	4.26 - 5.0	Buena	Verde
IV	5.01 - 5.75	Regular	Amarillo
V	5.76 - 6.50	Relativamente mala	Café
VI	6.51 - 7.25	Mala	Naranja
VII	> 7.26	Muy mala	Rojo

Hilsenhoff (1988).

2.3.8. Calidad fisicoquímica del agua

2.3.1.2. Turbidez

Se define como el nivel de opacidad ocasionado en el agua por la materia particulada en suspensión. Las materias partículas que causan la turbiedad son los causantes del color, la claridad del agua está determinada por la presencia de sustancias, puesto que restringe el paso de la luz a través del agua. La turbidez causada por materiales externos al medio acuático se denomina alóctona y originado dentro del mismo cuerpo (productividad primaria) se denomina autóctona. También, la agricultura y la deforestación se convierten en fuentes de sedimentos, que al depositarse en el fondo de los ríos derriban los hábitats de muchas especies (Roldan, 2012)

2.3.1.3. Conductividad

Es una medida de la propiedad del agua de transportar corriente eléctrica, esta facultad obedece a la presencia de iones en el agua, concentración total, de su movilidad, de su carga y de las concentraciones relativas, además de la temperatura de medición. Cuando hay mayores valores de las sales disueltas, y soluciones acuosas en consecuencia hay mayor es su conductividad eléctrica. La concentración de la conductividad también es influenciada por la temperatura, puede cambiar de un ion a otro (Carrasco, 2005).

2.3.1.4. Cloruros

La fuente más primordial de cloro en agua es el cloruro (Cl⁻). En agua oligotrófica su concentración mayormente se encuentra menor a 10 mg/L. Las fuentes donde se añade pueden ser por el hombre o naturales. De manera naturales abarcan aerosoles marinos, lavado de rocas, sedimentos de silicatos y lavado de tierras erosionadas. Las que son generadas por el hombre abarca aguas de servidas y residuales ricos en cloro, residuales generado de la actividad ganadera e

infiltración de áreas de riego agrícola. Concentraciones elevadas de cloro inducen al mal sabor al agua (Chapman, 1996) y resultan dañinas para las plantas (Betancourt & Labaut, 2013).

2.3.1.5. Nitratos

Las concentraciones de nitratos y nitritos en un ecosistema acuático es un indicador muy relevante del estado del agua del río, estas forman parte del ciclo del nitrógeno de suelo, los nitratos son añadidos por el uso de fertilizantes que puede causar que los valores de nitratos aumenten. Los nitritos se producen durante la biodegradación de los nitratos y se emplea como un indicador de contaminación de aguas servidas; los nitratos no son considerados tóxicos, pero si se consume en grandes cantidades puede producir un daño diurético. En los ríos la concentración del nitrato es muy bajo, incrementa a causa de los procesos como la filtración, escorrentía de suelos agrícolas o por la contaminación producto de las actividades del hombre. Los nitratos conducen a la eutrofización de los medios acuáticos, incrementa el oxígeno y la desaparición de organismos acuáticos (Mora y Tamay, 2022)

2.3.1.6. pH

Se entiende por el pH como una medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o solución; el rango de medición va de 0 a 14, un valor inferior a 7 indica que es más ácido, en cambio que un valor superior a 7 indica que es más alcalino y por último el pH es neutro cuando el valor es 7. El pH del agua se debe en gran parte al equilibrio carbónico y a los procesos importantes de los microorganismos acuáticos. La sucesión de equilibrio de disolución de CO_2 , y la siguiente disolución de carbonatos e insolubilización de bicarbonatos van a cambiar de forma severo el pH de cualquier ecosistema acuático (Mora y Tamay, 2022)

2.3.1.7. Fosfatos

El fósforo es un componente influyente para la estructura y función de las células, porque sirve de componente básico para la estructura de los ácidos nucleicos y de la molécula de ATP. El ion fosfato comúnmente trabaja como un nutriente en el crecimiento de plantas acuáticas, o sea al existir concentraciones grandes de este componente causa un crecimiento desproporcionado de las plantas acuáticas, de igual forma influye en la cantidad de oxígeno que hay en el medio agua y por último interviene al crecimiento desmedido de materia orgánica viva, provocando mayor cantidad de descomposición y causa a un proceso de eutrofización del agua. El

vertimiento de las aguas servidas y uso de abonos en actividades agrícolas son la fuente principal del fósforo en consecuencia, de la eutrofización de los ecosistemas acuáticos en los cuerpos de agua (Mora y Tamay, 2022).

2.3.1.8. Sulfatos

El $(\text{SO}_4)^{2-}$ es un ión soluble en agua. Es empleado en la síntesis de proteínas por los organismos. Su presencia en el agua de forma continua está entre los 2 y 80 mg/L. Procede de la deposición de aerosoles marinos, del lavado de minerales, del lavado del yeso, del vertido de procesos industriales y de la disolución en el agua del óxido de azufre producido en la combustión de combustibles fósiles. La contribución de los combustibles fósiles, también, causa una disminución del pH del agua de los ríos por la presencia de las lluvias ácidas. El agua de drenaje de las zonas de riego regularmente contiene mayores valores de sulfato⁻ y cloro por su presencia causa en el proceso de evapotranspiración (Betancourt & Labaut, 2013).

2.3.1.9. Alcalinidad total

La propiedad que tiene el agua para neutralizar los ácidos se denota con el nombre de alcalinidad, la cual establece la suma de todos los bases fijos que hay en el agua. La alcalinidad en el agua está compuesto principalmente a la cantidad de iones bicarbonatos (H_2CO_3), carbonatos (HCO_3^-) e hidróxidos (OH^-) que están presentes en el agua ; en la naturaleza el agua entra en contacto con una serie de rocas de diferentes tipos, entre las cuales están las rocas calizas, estas son las que añaden aniones al agua, ya sean bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, casi siempre están juntos a los de diferentes cationes que le conceden diversas características al agua los más habituales son de calcio, sodio, magnesio y hierro (Flores & Machuca, 2017).

2.3.1.10. Dureza total

Es una característica química del agua que está constituida por la concentración de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y a veces por nitratos de calcio y magnesio. La dureza es mala para algunos procedimientos, como son el lavado doméstico e industrial, las aguas duras causan mayor consumo de jabón, al formarse sales insolubles; también cambian las características organolépticas y le trasladan un sabor desagradable al agua potable. Tanto la alcalinidad y la dureza se representa en miligramos por litro de carbonato de calcio (Flores & Machuca, 2017).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Área de estudio

3.1.1. Ubicación política

Región: Ayacucho

Provincia: La Mar

Distrito: Samugari

Lugar: Río Mejiamayu

3.1.2. Aspectos generales del río Mejiamayu

El río Mejiamayu está localizado en Palmapampa que pertenece al distrito de Samugari su clima promedio es 23,2°C y su altura de 810 msnm, geográficamente pertenece a la zona denominado Valle del Río Apurímac, Ene y Mantaro - VRAEM, comprendida en la región natural como Bosque pluvial -Subtropical y Bosque Húmedo subtropical. La temperatura entre los meses de junio y julio oscila entre 24° a 25° C, los valores más elevados se presentan en la primavera y verano que oscilan entre 26° a 27°C. Tiene una humedad relativa promedio de 85%, se caracteriza por presentar elevadas precipitaciones que varían entre 1800 mm a 2200 mm anuales durante entre los meses diciembre y abril con un promedio aproximado de 150 a 500 mm/mes, en cambio, entre los meses de mayo y septiembre estas bajan hasta un promedio de 80 mm/mes. La radiación solar en el distrito Samugari varia en promedio entre 280 cal/cal/cm² y 450 cal/gr/cm² retribuyendo completamente la demanda energética de los cultivos (SENAMHI, 2022).

Se constituye capital de la administración social, política y económica, la principal fuente de ingreso económico es a través de la agricultura se produce coca, cacao, café, cube, palillo, soya, papaya y otros que sirven para el consumo e intercambio regional.

3.1.3. Identificación geográfica de zona de trabajo

El presente estudio se llevó a cabo en el tramo del río Mejiamayu en las siguientes coordenadas.

Tabla 5. Puntos de zonas para el muestreo, elevación y coordenadas UTM en el tramo del río Mejiamayu, Palmapampa, 2020.

Zona de muestreo	Altura (m.s.n.m.)	Proyección UTM	
		Longitud (Y)	Latitud (X)
P1	1130	644148	8584873
P2	1068	644513	8585264
P3	890	645595	8586360
P4	816	645997	8587149
P5	727	646290	8588405

En el anexo 22 se observa con mejor detalle

Se identificaron cinco zonas para la recolección de macroinvertebrados acuáticos designados en lugares donde hay influencia de la zona urbana. Para determinar el efecto de la actividad humana de los ríos se seleccionó zonas donde se aprecia cambios significativos. Las zonas tienen el siguiente detalle.

- Zona P1, ubicado en una zona cubierta de vegetación boscosa y a orillas con rocas grandes con senderos que brindan accesibilidad, donde está ubicado la captación de agua para consumo humano.
- Zona P2, ubicado en el puente que conecta Palmapampa con otro anexo, cubierto con vegetación boscosa y agrícolas.
- Zona P3, ubicado a cinco (5) metros aproximadamente de la carretera, con zonas aledañas agrícolas.
- Zona P4, se encuentra antes de la población de Palmapampa, con presencia de agricultura.
- Zona P5, punto ubicado después de la población de Palmapampa, siendo este punto crítico por presencia de residuos sólidos.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Macroinvertebrados acuáticos que habitan en el río Mejiamayu en el tramo comprendido desde 644148E, 8584873N a 646290E, 8588405N ubicado en el distrito de Samugari, provincia La Mar, departamento Ayacucho durante los meses de febrero a julio del año 2020.

3.2.2. Muestra

Constituido por 30 muestras de macroinvertebrados acuáticos y 30 muestras de agua que fueron colectadas de forma aleatoria cada mes en cinco (5) zonas durante seis (6) meses, desde el mes de febrero hasta el mes de julio del 2020.

3.3 Toma de muestras y metodología

3.3.1. Recolección de macroinvertebrados acuáticos

Una vez identificado los puntos de muestreo, la colecta de muestras se llevó a cabo mediante las técnicas de colección manual, consiste recolectar muestras en diferentes hábitats por ejemplo las rocas, piedras, ramas inmersas y troncos, donde se encuentran numerosos macroinvertebrados pegados y luego se realizó el desplazamiento de los puntos de muestreo, río arriba, aproximadamente en 5 metros en muestreos sucesivos. La toma de muestra se realizó cada mes, entre el mes de febrero y julio de 2020, para el cual se utilizó una red tipo Surber con un área de muestreo 40 x 30 cm (1200 cm²) y con una luz de malla de 0,5 mm. La colección de los macroinvertebrados acuáticos en cada zona de muestreo, se realizó cinco colectas para constituir una muestra. A las muestras obtenidas se agregó alcohol al 96% para poder conservar, se utiliza alcohol sin diluir porque las muestras contienen agua lo que hace que el alcohol disminuya su concentración (Alba-Tercedor, 1996), se etiquetó indicando la fecha, hora y zona, luego se procedió al traslado para su procesamiento al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.3.2. Recolección y medición de las muestras de agua

Para medir la calidad fisicoquímica se recogió las muestras de agua del río en frascos de polietileno de un litro, se procedió a abrir el frasco sumergiendo instantáneamente en el agua hasta su llenado, después fueron etiquetadas

teniendo en cuenta los datos de la zona y fecha de muestreo. La medición de las características fisicoquímicas de las muestras de agua fue:

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos y métodos empleados

Variables	Medida	Metodología
Temperatura	°C	Directo, termómetro
Conductividad eléctrica	μS/cm	Electrométrico
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Electrométrico
Turbidez	NTU	Electrométrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	Volumétrico
Dureza cálcica	mg CaCO ₃ /L	Volumétrico
Dureza magnésica	mg CaCO ₃ /L	Volumétrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	Volumétrico
Cloruros	mg Cl ⁻ /L	Volumétrico
pH		Electrométrico
Fosfatos	mgPO ₄ /L	Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /L	Turbidimétrico
Nitratos	mg PO ₄ /L	Espectrofotométrico

Sunass (1996)

3.3.3. Selección de las muestras

Los macroinvertebrados acuáticos colectados y dispuestos en bolsas de polietileno, fueron seleccionados en el laboratorio del resto de material que no es de interés (retos vegetales, arena, etc), se utilizó bandejas donde se colocaron las muestras y con la ayuda de una pinza, se colectaron los organismos de interés. La primera etapa de selección consistió en la agrupación de dichos organismos considerando las semejanzas morfológicas observadas simple vista de modo que organismos similares fueron colocados en un único frasco vial conteniendo alcohol, lo que permitió formar grupos en base a morfotipos, tal como lo señala Moreno (2001)

3.3.4. Identificación de los macroinvertebrados

Los organismos de interés fueron agrupados por morfotipos y depositados en viales, posteriormente fueron estudiados e identificados utilizando un estereoscopio y microscopio que permitió la visualización de características morfológicas de los macroinvertebrados acuáticos de interés. También se utilizaron guías para la identificación tales como: Catalogo y claves de

identificación propuestas por Fernández y Domínguez (2011) y Roldan (1996). Posteriormente los macroinvertebrados identificadas fueron dispuestas en envase de vidrio (tubos de prueba) teniendo en cuenta la identificación taxonómica y conservados en alcohol de 95%.

3.4. Elaboración de datos

Con los datos registrados de las familias de macroinvertebrados y las características fisicoquímicas de aguas colectadas, se elaboró una base de datos utilizando el software SPSS 22, luego fueron procesados. Se realizaron estadísticos descriptivos donde fueron mostrados en tablas. El análisis estadístico utilizado para este estudio fue:

3.4.1. La prueba de Kruskal Wallis

Con el objetivo de corroborar si existen diferencias a nivel estadístico entre las zonas y meses de muestreo, se empleó la prueba de comparación de medias de Kruskal Wallis, para las características fisicoquímicas del agua e índice de calidad (BMWP e IBF), porque los datos supuestamente no presentan una distribución normal (Núñez, 2018).

3.4.2. La prueba de Spearman

Prueba no paramétrica que se utiliza para medir el grado de asociación entre dos variables. Mediante esta prueba se determinó el grado de correlación (influencia) que se establece entre los puntajes de los índices (BMWP e IBF) con los valores de las características fisicoquímicas (Camacho, 2008).

IV. RESULTADOS

Tabla 7. Valor promedio mediante el índice BMWP/Col para las zonas y meses de muestreo, en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

		BMWP/Col	Clase	Calidad	Color
Zonas de muestreo	P1	98,0	II	Aceptable	
	P2	80,3	II	Aceptable	
	P3	49,0	III	Dudosa	
	P4	40,0	III	Dudosa	
	P5	26,8	IV	Critica	
Meses de muestreo	febrero	77,3	II	Aceptable	
	marzo	42,8	III	Dudosa	
	Abril	49,2	III	Dudosa	
	Mayo	61,4	II	Aceptable	
	Junio	75,4	II	Aceptable	
	Julio	67,6	II	Aceptable	

Tabla 8. Valor promedio mediante el índice IBF para las zonas y meses de muestreo, río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

		BMWP/Col	Clase	Calidad	Color
Zonas de muestreo	P1	2,7	I	Excelente	
	P2	2,6	I	Excelente	
	P 3	2,8	I	Excelente	
	P4	2,8	I	Excelente	
	P5	3,1	I	Excelente	
Meses de muestreo	febrero	3,1	I	Excelente	
	marzo	2,4	I	Excelente	
	Abril	2,2	I	Excelente	
	mayo	2,9	I	Excelente	
	Junio	2,3	I	Excelente	
	Julio	3,7	I	Excelente	

Tabla 9. Características fisicoquímicas promedio del agua por zonas y meses de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

	Zonas de muestreo					Mes de muestreo					
	P1	P2	P3	P4	P5	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	26,0	27,3	32,0	28,3	29,0	30,0	33,6	20,0	30,4	24,8	32,4
Cloruros (mg Cl/L)	15,7	13,5	13,8	15,8	15,2	11,9	12,5	14,3	22,1	12,3	15,7
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	60,7	66,0	73,7	84,7	80,3	43,6	60,4	55,6	95,2	88,4	95,2
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	26,0	27,3	26,7	30,0	39,3	21,6	28,0	18,8	43,6	33,2	34,0
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	34,7	38,7	47,0	54,7	41,0	22,0	32,4	36,8	51,6	55,2	61,2
pH	7,5	7,2	7,1	7,0	6,8	7,1	6,0	7,0	7,6	7,4	7,7
Conductividad eléctrica (μS/cm)	280,0	166,7	141,7	121,7	121,7	214,0	176,0	246,0	96,0	158,0	108,0
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	141,7	86,7	70,0	60,0	56,7	102,0	92,0	122,0	50,0	76,0	56,0
Turbidez (NTU)	40,0	47,4	387,3	487,2	487,3	81,4	483,0	279,1	315,5	278,3	302,0
Sulfatos (mg/L)	174,8	169,0	141,9	95,0	126,1	174,6	151,3	181,1	113,1	128,4	99,9
Fosfatos (mg/L PO ₃)	1,9	1,5	4,4	4,6	10,1	3,1	9,0	3,5	6,3	3,2	2,2
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,5	0,6	0,8	0,7	1,2	1,0	1,0	1,1	0,5	0,5	0,5

Tabla 10. Relación entre el índice (BMWP e IBF) y las características fisicoquímicas del agua en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Características fisicoquímicas	Rho de Sperman	Puntos BMWP_Col	Puntos IBF
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	Coeficiente de correlación	-0,346	0,321
	Sig. (bilateral)	0,077	0,102
	N	27	27
Cloruros (mg Cl/L)	Coeficiente de correlación	0,011	0,363
	Sig. (bilateral)	0,957	0,063
	N	27	27
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	Coeficiente de correlación	-0,238	0,041
	Sig. (bilateral)	0,233	0,839
	N	27	27
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	Coeficiente de correlación	-0,105	0,130
	Sig. (bilateral)	0,604	0,520
	N	27	27
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	Coeficiente de correlación	-0,132	-0,078
	Sig. (bilateral)	0,510	0,698
	N	27	27
pH	Coeficiente de correlación	0,379	0,419*
	Sig. (bilateral)	0,051	0,030
	N	27	27
Conductividad eléctrica (uS/cm)	Coeficiente de correlación	0,450*	-0,301
	Sig. (bilateral)	0,019	0,126
	N	27	27
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Coeficiente de correlación	0,458*	-0,273
	Sig. (bilateral)	0,016	0,168
	N	27	27
Turbidez (NTU)	Coeficiente de correlación	-0,629**	-0,284
	Sig. (bilateral)	0,000	0,150
	N	27	27
Sulfatos (mg/L)	Coeficiente de correlación	0,301	-0,076
	Sig. (bilateral)	0,127	0,705
	N	27	27
Fosfatos (mg/L PO ₃)	Coeficiente de correlación	-0,608**	-0,268
	Sig. (bilateral)	0,001	0,176
	N	27	27
Nitratos (mg/L NO ₃)	Coeficiente de correlación	-0,553**	-0,053
	Sig. (bilateral)	0,003	0,791
	N	27	27

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

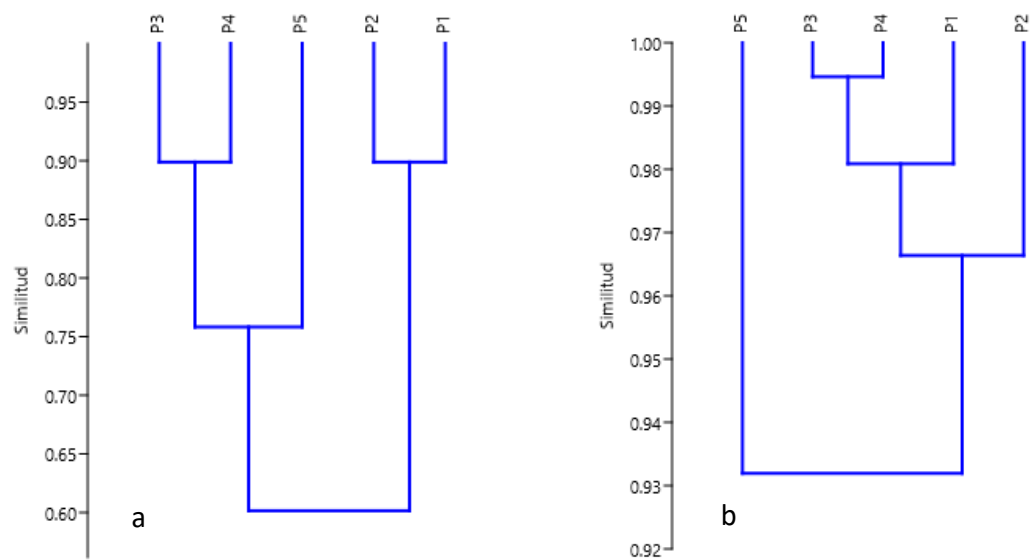


Figura 1. Conglomerados de similitud de las zonas de muestreo basado en puntajes de índices de calidad biológica en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020

a: BMWP, b: IBF

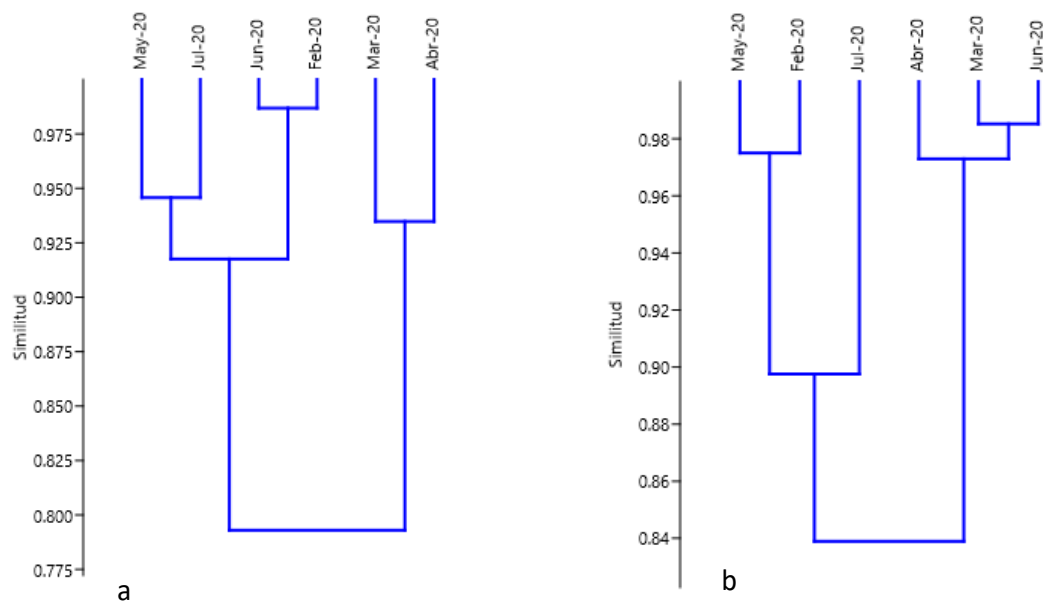


Figura 2. Conglomerados de similitud de los meses de muestreo basado en puntajes de índices de calidad biológica en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

a: BMWP, b: IBF

V. DISCUSIÓN

Los valores del puntaje para los índices BMWP para zonas y meses de muestreo en el río Mejiamayu, se observa en la tabla 7, de acuerdo a los meses de muestreo al realizar la prueba Kruskal-Wallis no se encontró diferencia a nivel estadístico ($p > 0,05$), lo que señala que estadísticamente son similares la calidad de agua del río en los diferentes meses, como se muestra en la figura 2 el mes de febrero, mayo, junio y julio presentó valores de 77,3; 61,4; 75,4 y 67,6 respectivamente, siendo catalogada como Aceptable, para los meses de marzo y abril (época lluviosa) con valores 42,8 y 49,2 aguas de calidad dudosa, Gil (2014) señala que esta puede estar relacionado a la época lluviosa donde se realizó el muestreo, las precipitaciones genera aumento de caudales esto produce estrés y disminución de organismos reflejando en la ausencia de macroinvertebrados acuáticos. De acuerdo a las zonas de muestreo con la prueba de Kruskal-Wallis, se determinó que existe diferencia a nivel estadístico ($p < 0,05$), el cual indica que los valores de acuerdo a este índice son diferentes en las zonas como se muestra en la figura 1. La zona de muestreo P1 que se encuentra en la parte alta indica el máximo valor del índice BMWP/Col, con un promedio de 98 siendo de calidad aceptable; mientras que el mínimo fue 26,3 que presentó el P5, ubicada en la zona urbana, siendo considerado como de calidad crítica. Ayala y Vera (2019) en el río San Lucas en el departamento de Cajamarca, utilizando el índice, BMWP registraron valores bajos que pertenecen a la calidad crítica en sitios de monitoreo próximos a las zonas urbanas. De la misma manera, Rosado et al. (2017) señala que el río Quevedo en Ecuador, que pasa por la zona urbana, utilizando el mismo índice, muestra mayor perturbación ocasionado por la zona urbana y las actividades agrícolas. Una realidad muy distinta, en un río con poca perturbación antrópica estudiada por Peña y Villacorta (2014) en el departamento de San Martín (Perú), se halló que la calidad de agua fue aceptable y Romero y Tarrillo (2017) en su

investigación reportaron calidad aceptable en el punto ubicado antes de la zona urbana. La baja calidad crítica en la zona P5 en el río Mejiamayú, según Rosas et al (2014), se debe a los cambios negativos en las zonas de muestreo asociado a las actividades agrícolas y zona urbana lo cual coincide con lo encontrado en el presente estudio. Según Armas (2015), las transformaciones que se presentan en un ecosistema acuático generan un cambio en los macroinvertebrados acuáticos, beneficiando a algunas especies y creando escenarios poco oportunos para otras. Además, señala que, si la contaminación es continua, tal es el caso de vertidos de residuos domésticos generado por zona urbana, que consumen el oxígeno del sistema, la contaminación se relaciona con la ausencia de organismos sensibles que nos indican mala calidad de agua como indica los resultados de la zona P5. Con el índice BMWP, los resultados muestran un cambio en la calidad del agua de aceptable a crítica, como se observa en el anexo 2; en las primeras zonas de muestreo P1 y P2 se encontró en mayor número a las familias de macroinvertebrados poco tolerantes como perliidae, leptophlebiidae y leptohyphidae, que son indicadores de aguas de buena calidad, como indica (Roldán, 2003) y en la zona P5 hay reducción y ausencia de estas familias. Martínez (1996), indica que existe relación entre el grado de contaminación de las aguas y la abundancia de los macroinvertebrados, en aguas muy contaminadas disminuye el número de macroinvertebrados. Reyes y Springer (2014), y Arce (2006), indican que cuando el ecosistema acuático se encuentra en un estado de contaminación, se reduce la abundancia de macroinvertebrados sensibles que son taxones cuya abundancia por lo general es menor dentro de la comunidad (presentan nichos específicos) y el grado de tolerancia muy estrecha. Los resultados obtenidos tras la aplicación de los índice BMWP indican el deterioro de la calidad del agua, como se muestra en el anexo 2 especialmente en las zonas P4 y P5 del río Mejiamayú, donde se observa la ausencia de familias sensibles. La aplicación del BMWP es importante porque los macroinvertebrados, al habitar constantemente en un ecosistema acuático, reflejan las condiciones del medio. También, el aumento de sustancias químicas y subproductos de la actividad agrícola influye negativamente sobre la calidad del agua del río y sobre los macroinvertebrados acuáticos que allí habitan es evidente que desarrollan un efecto sobre las aguas de este río porque hay presencia de zona de cultivos cercanos al río y hay muchos cultivos de cacao y café, en consecuencia, utilizan mayor cantidad de agroquímicos (Montoya et al., 2011).

En la tabla 8, se muestra los valores promedios del puntaje del índice IBF de las zonas y meses evaluadas en el río Mejiamayú. De acuerdo con las zonas de muestreo, el máximo valor lo presentó la zona P5 con 3,1 y la zona P1 el mínimo con 2,7 siendo catalogado como de calidad excelente. De acuerdo con los meses de muestreo según la prueba de Kruskal-Wallis, se encontró diferencia a nivel estadístico ($p < 0,05$), lo que indica estadísticamente los meses son diferentes para este índice, como se muestra el mes de febrero y julio presentaron los mayores valores con 3,1 y 3,7, respectivamente: mientras que los mínimos valores en el mes de abril y junio con 2,2 y 2,3, siendo todos los meses considerados como de calidad excelente.

En la tabla 9 señala los valores promedios de las principales características fisicoquímicas en las aguas del río Mejiamayú, determinadas en cinco zonas y seis meses de muestreo. Se observa que los valores difieren de una zona a otra y como también entre los meses de muestreo. Los valores de sólidos totales promedios presentó el máximo valor el punto P1 con un valor 141,7 (mg/L) y el mínimo valor el punto P5 con 56,7 (mg/L) y comparando los diferentes meses, el máximo valor presentó el mes de abril (época lluviosa) con 122,0 (mg/L) y el mínimo valor el mes de mayo (época seca) con 56,0 (mg/L), Gil (2014) indica que hay mayor cambio entre los puntos estudiadas, donde se observa incremento en la época de precipitación y los puntos con presencia con actividad agrícolas presentan altos valores durante su investigación. Las fuertes precipitaciones en los ríos producen un aumento de sólidos totales (Toro et al., 2002), porque los meses donde hay mayor presencia de lluvias se produce la erosión de los suelos llevando consigo cantidad de partículas incrementando la concentración de estos en el medio acuático de los ríos (Roldán & Ramírez, 2008). En P1 presenta el máximo valor de sólidos disueltos totales, esto se debe a la presencia de actividad agrícola tales como hoja de coca, café y cacao, se da el incremento de tierras erosionadas por varios tipos de actividad antropogénica que ocasionan la escasez de cobertura en los suelos, estas causan grandes cantidades de transporte de materiales por escorrentía superficial en los meses de invierno (Toro et al., 2002). La mínima concentración de nitratos fue de 0,5 (mg/L NO_3) hallado en P1 y el máximo valor con 1,0 (mg/L NO_3) en P5. Según los meses, el mínimo valor se presentó en el mes de mayo, junio y julio (época seca) con 0,5 (mg/L NO_3) y el máximo valor con 1,1 (mg/L NO_3) en abril (época lluviosa). Gil (2014) registro en su evaluación el mayor valor de nitratos en invierno y menor en verano, y la

estación de muestreo influenciada por la agricultura presentó mayor valor. En el punto 4 y 5, se observa un importante aporte de nitratos, el aumento en los últimos puntos de muestreo está influenciadas por cultivos agrícolas y aguas residuales generadas por la población. Cuando el nitrato está presente en aguas del río, significa que existe en exceso en el área por acción directa o indirecta de la agricultura, fertilización de los cultivos (Rivera et al., 2004). En caso de los fosfatos el máximo valor presentó el punto P5 que se ubica después de la zona urbana y esta influenciada por cultivos como cacao, café y coca con 10,1 (mg/L PO_3) y el mínimo valor en el P1 con 1,9 (mg/L PO_3), mientras que, según los meses, el máximo valor fue registrado en marzo (época lluviosa) con 9,0 (mg/L PO_3) y el mínimo valor en el mes de julio (época seca) con 2,2 (mg/L PO_3). Los resultados hallados son similares a lo reportado por Gil (2014), quién afirma haber hallado un valor máximo en periodo de lluvias en un lugar donde constantemente está siendo influenciado por la actividad agrícola. Luciani (2022) en su investigación menciona obtener valores máximos de hasta 5 mg/l en zonas de muestreo que están próximos a lugares donde se vierten los residuos sólidos a las aguas del río y también lugares con agricultura, como cacao y plátano. El pH de las aguas del río tiene una tendencia a la neutralidad y otras a la acidez, en P1 se halló el valor máximo con 7,5 y el mínimo en P5 con 6,8 ligeramente ácido, probablemente por la influencia de la zona urbana que se halla cercano. Según los meses de muestreo, el máximo valor presentó el mes de julio época seca con 7,7 y el mínimo valor 6,0 en la época lluviosa. (Gil, 2014) registro valores que presentan una disminución en el periodo de lluvias con un valor de 7,18 por el fenómeno de dilución, mientras Silva et al. (2013) señalaron la concentración de pH ligeramente acida a medida que aumenta la contaminación antrópica. según Guerrero et al. (2012) y Torres et al. (2013), la precipitación es la que ocasiona los cambios en las concentraciones de contaminantes, materia orgánica e incluso el pH en los ríos a causa de su influencia en el arrastre y dilución. Castañón y Abraján (2009), indican que la acidez del agua de forma natural, está relacionado al dióxido de carbono disuelto que es generado en la atmósfera y también por los seres vivos, y la otra causa es la presencia de ácido sulfúrico que es generado de algunos minerales. En el caso de los seres vivos, Dangles et al. (2004) indican que la acidez es causada por los efectos de la actividad fotosintética, la respiración celular, al contacto del agua con materias orgánicas en descomposición de origen vegetal. También, otra fuente de cambio son las descargas originado por

el hombre. Generalmente, las aguas contaminadas con materia orgánica pueden tener pH muy ácido como se muestra el punto P5 y la abundancia familia de macroinvertebrados se ve alterada, porque hay dominancia de algunas familias tolerantes que tienen la capacidad de adaptarse a cambios por contaminación (Pave y Marchese, 2005). La turbidez el máximo valor se obtuvo en el punto P5 con 487,3 y el mínimo valor en el punto P1 con 40,0 mientras en durante seis meses de muestreo el máximo valor se obtuvo en periodo de lluvias el mes de marzo con 483,0, este resultado coincide con Luciani (2022), en su investigación indica que en época seca se registró valores bajos debido a la presencia de menor caudal en el agua y materiales suspendidos, en cambio durante la época de lluvias, se registró mayores valores de turbiedad, esto debido a al aumento de la escorrentía que arrastra con ella una cantidad de material que se modifica al combinarse en suspensión, en el que se contiene arena, limo, material orgánico, en cambio, en lluvias fuertes, el aporte se ve incrementada y es importante debido a que el terreno cercano se origina una cuantiosa depresión (Rivera, 2016). También hay un aumento de volumen en el agua y material suspendido, porque los valores altos en la turbiedad tienen relación con mayor grado de erosión en las áreas próximas (Sánchez et al., 2010). Comparando los diferentes puntos de muestreo, el mayor valor presentó el punto de muestreo P5, este punto está próximo a la zona urbana y por lo tanto la turbidez aumenta y es de origen antropogénico que se da a partir de desechos domésticos, microorganismos, erosión, entre otros (Roldán & Ramírez, 2008). El rol más relevante que ejerce la turbidez sobre el agua se asocia con la transmisión de la luz, por lo que influye en la producción primaria y en el flujo de energía a los niveles superiores en el medio acuático (Roldán & Ramírez, 2008). Las concentraciones de cloruros muestra mínima diferencia en las diferentes puntos evaluadas, mientras cuando se comparó los meses de muestreo el máximo valor presentó en las épocas seca mes de mayo con 22,1 (mg Cl/L) y el mínimo valor el mes de febrero con 11,9 (mg Cl/L) época lluviosa, este resultado coincide con Rivera (2016), indica que los valores reportados en el río Duero fue menor en los meses de lluvias, este fenómeno asociado a procesos de dilución que genera la época, los cambios en la concentración de cloruros, El valor de los cloruros también aumenta a medida que los cuerpos de agua reciben mayor descarga contaminante (Guerrero et al., 2003). La conductividad eléctrica se presentó en mínimos valores, el máximo valor se obtuvo en el P1 con 280 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y el mínimo con 121,7 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en P5,

comparando los meses el máximo valor se presentó en la época lluviosa, mes de abril con 214 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y el mínimo valor en época seca el mes de mayo con 96,0 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), este resultado no coincide con Ochoa (2020) en su proyecto registro valores de 6,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época de avenida y máximo valor de 169,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época de estiaje, los ríos suelen presentar valores más altos de CE durante la época seca a causa de la disminución del caudal del río.

En la tabla 10 se muestra la correlación (Rho Sperman) del índice de calidad (BMWP e IBF) con las características fisicoquímicas del agua en el río Mijiamayu. Se observa que tanto conductividad eléctrica, fosfato, nitrato y turbidez y sólidos disueltos totales tiene una relación significativa con el índice IBMWP/Col, mientras el índice IBF solo tuvo correlación significativa solo con el pH. La conductividad se relaciona con el Índice BMWP/Col, como lo demuestra en un estudio realizado por (Peña y Villacorta, 2014), en la microcuenca Mishquiyacu reporto que el índice BMWP/Col presentó correlación con la conductividad eléctrica, lo que significa que a mayor concentración en la conductividad mayor será la presencia de familia de macroinvertebrados. Esto indica que uno de los factores que influyen en la calidad del agua va asociado a la presencia de sales minerales que determinan la calidad del agua (Peña y Villacorta, 2014). El nitrato se relaciona de manera negativa con el índice BMWP/Col, Peña y Villacorta (2014) indica que el índice BMWP/Col presento una relación con el parámetro fisicoquímico del nitrato en la microcuenca Mishquiyacu, en zonas con menores valores de nitrato representa que la calidad agua del rio es buena, porque esa zona se encuentra menos contaminada (Peña y Villacorta, 2014). Aunque no hay investigaciones vinculados con los efectos directos que tienen los nitratos sobre los macroinvertebrados acuáticos, es de conocimiento que puede influir sobre los macroinvertebrados para sobrevivir, crecer y reproducirse, lo que resulta en la toxicidad directa de este compuesto nitrogenado inorgánico (Camargo y Alonso, 2006). Es necesario recalcar que la respuesta de los macroinvertebrados a algunos contaminantes es diferente de una población a otra (Roldán, 2016), por lo tanto, alguna variación en los valores de nitratos en el agua puede provocar la disminución de la familia o la pérdida de un grupo en particular como se muestra en el anexo 2, en la zona P4 y P5 hay ausencia de familias sensibles. La turbidez se relaciona con el índice BMWP/Col en lo que respecta durante el mes de marzo y abril los caudales aumentan y están relacionados directamente con las precipitaciones, ya que existe mayor caudal durante la época de las lluvias y esto ocasiona el aumento de la turbidez en las

aguas del río Mejiamayú, esto ocasiona la disminución en el valor de BMWP/Col porque los macroinvertebrados acuáticos son arrastrados. Por último, el índice IBF solo tuvo una correlación con el pH con coeficiente de 0.030 lo que indica que cuando el valor de pH aumenta también aumenta el valor del índice IBF, el mayor número de familias se obtuvo en la zona P1 con PH neutro 7,5 y el menor número en zona P5 con pH ligeramente ácida 6,8. La investigación coincide con lo descrito por Figueroa et al. (2003), que el número de familias de macroinvertebrados aumenta cuando se encuentra en un pH neutro (7 a 7.5). La variación de pH en agua de los ríos puede influir de forma directa en la fisiología de algunas familias, al influir procesos de regulación de su medio interno para familiarizarse con su medio externo (Powers, 1930). La acidez del agua cambia el equilibrio de iones hidrógeno entre el interior y el exterior de los macroinvertebrados, provocando una disminución de la tasa de oxidación respiratoria y la materia celulares también de forma indirecta se ve afectada en la oxidación correcta. En cambio, en otras situaciones puede influir de forma indirecta su presencia y diversidad, como indica los resultados en el anexo 2, en la zona P5 disminuye la familia de macroinvertebrados (Alper, 1941).

En la figura 1, se muestra el conglomerado de similitud (Bray-Curtis) de las zonas de muestreo basado en los índices BMWP e IBF de las aguas del río Mejiamayú, En el caso del BMWP (a), se observa que las similitudes se hallan por encima del 60%, coincidiendo con las diferencias halladas en los puntajes y las categorías de calidad asignadas a las zonas mediante dicho índice. Mientras que en el dendograma basado en IBF, la similitud de las zonas se halla por encima del 92 %, tal como se observó también en los puntajes y categorías de calidad asignadas a las zonas, lo que determinó que dicho índice las catalogue en una sola categoría. Estos resultados demuestran que el BMWP es mucho más sensible en comparación con el IBF, debido a que el primero de los mencionados fue adaptado para Colombia (Roldán, 2016); mientras que IBF, al ser un índice empleado en zonas más al sur del continente Sudamericano como Chile, no presenta una sensibilidad semejante a BMWP, más aún con el conocimiento de que varias familias halladas en este estudio, no se hallan listadas en el índice IBF. El dendograma para el índice BMWP, de acuerdo a las zonas de muestreo, presenta características similares a lo generado por el IBF, donde los meses muestran similitudes mayores a 75%. Lo que aparentemente se debe a que, al hacer estimaciones para comparar los meses, se pierde información de las zonas de

muestreo donde existe mayor variabilidad debido al impacto del hombre sobre los recursos hídricos.

VI. CONCLUSIONES

1. La calidad biológica de las aguas del río Mejiamayú, estimada por el índice BMWP, resultaron ser diferentes en las zonas de muestreo ($p < 0.05$); categorizándolas de “aceptable” a las aguas alejados de la zona urbana y “crítica”, a las aguas después de la zona urbana, igual tendencia se observa para los meses con categorías “buena” y “dudosa”. El índice IBF, que es menos sensible, cataloga a todas las zonas y meses de muestreo como “excelente”.
2. Las características fisicoquímicas determinadas muestran diferentes comportamientos entre las cinco zonas y los seis meses de muestreo. Con los mayores valores para las zonas alejadas de la zona urbana (dureza total, turbidez, sulfatos, principalmente); mientras que los nutrientes como fosfatos y nitratos se incrementaron donde el río atraviesa la zona urbana. Según los meses de muestreo también se registró valores heterogéneos
3. El índice BMWP/Col al ser más sensible presentó correlación significativa ($p < 0,05$) con un mayor número de características fisicoquímicas, siendo éstas la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, fosfato, nitrato y turbidez; mientras que IBF presentó correlación solo con pH.
4. La similitud de las zonas de muestreo según el índice BMWP/Col tienen un valor superior a aproximadamente 60%, detectando mayor variabilidad, lo que no ocurre con IBF, donde las zonas son similares por encima de 93%. Mientras que, para los meses, tanto en el índice BMWP e IBF, son semejantes, por encima del 75%.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Realizar estudios, utilizando los macroinvertebrados como bioindicadores conjuntamente con mediciones fisicoquímicas con mayor frecuencia y en coordinación con las instituciones, porque es importante hacer de forma coordinada con el objetivo de lograr su protección y conservación de los ríos del VRAE.
- b. Recomendar a los tesisistas de Biología, realizar estudios con mayor frecuencia en todo el tramo del río Mejiamayú, con el fin de determinar con mayor convicción la información correspondiente de macroinvertebrados acuáticos siendo los mejores bioindicadores. También hacer investigaciones a cerca de la correlación de los macroinvertebrados y las características fisicoquímicas, los cambios climáticos y actividad humana son las que afectan de manera negativa a los cuerpos de agua en la zona
- c. Para tener la mejor información sobre estado de las aguas de los ríos en la zona evaluada, es importante seguir de forma estricta las guías para recolectar los macroinvertebrados en los ríos y también tener muestras de agua para medir los parámetros fisicoquímicos de cada zona y recaudar datos importantes para determinar el grado de tolerancia de las familias de macroinvertebrados distribuidas en la zona de estudio.
- d. Informar a la población de no verter sus residuos sólidos al río así evitar la contaminación de las aguas de los ríos que es parte esencial de vida y para las generaciones posteriores.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alba-Tercedor, J. (1996). *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. In IV Simposio sobre el Agua en Andalucía: Almería, diciembre 1996 (Vol. 2, p. 203). IGME.
- Álvarez, S. y Pérez, L. (2007). *Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras* (Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero e Ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente con el Grado Académico de Licenciatura, Universidad Tecnológica Centroamericana). <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/524>
- Alper, C. (1941). *The effect of the hydrogen ion concentration in the regeneration of planaria dorotocephala*. Bios, 264-270.
- Armas, V. (2015). *Efectos de la cobertura vegetal y las variables fisicoquímicas sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca alta de La Antigua, Veracruz, México* [Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/42608/ArmasOrtizVeronica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arce, O. (2006). *Indicadores biológicos de calidad del agua*. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Ayala, C. y Vera, G. (2020). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores y su relación con los parámetros fisicoquímicos del agua del río San Luca, Cajamarca, 2018 – 2019* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23847>
- Baque, L. (2021). *Estudio de calidad de agua mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos en el río Buenos Aires*, [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal de Sur de Manabí] <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2768>
- Betancourt, C. & Labaut, Y. (2013). *La calidad fisicoquímica del agua en embalses, principales variables a considerar*. Revista Científica Agroecosistemas, 1(1).
- Bullón, V. (2016). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río Perene, Chanchamayo* [Tesis para optar el

- título profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP.
- Camacho, J. (2008). *Asociación entre variables: correlación no paramétrica*. Acta Médica Costarricense, 50(3), 144-146.
- Camargo, J. & Alonso, A. (2006). *Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment*. Environment international, 32(6), 831-849.
- Carrasco, C. (2005). *Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la provincia de Huamanga* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1239>
- Castañón, J. & Abrajan, P. (2009). *Análisis de la calidad del agua superficial del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México*. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1793>
- Cervantes, M. (2007). *Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.
- Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Chapman Hill. London. 626 p. <https://doi.org/10.1201/9781003062103>
- Chauca C. (2022). *Calidad del agua y su relación con macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río Mariño distrito de Abancay–Apurímac, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/327>
- Custodio, M. y Chanamé, F. (2016). *Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú*. Revista Scientia Agropecuaria, 12p. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.01.04>
- Cortés, D., Alcocer, J. & Oseguera, L. (2019). *Diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los lagos de Montebello, Chiapas*. Revista Mexicana de biodiversidad, 90.
- Dangles, O., Gessner, O., Guerold, F. & Chauvet, E. (2004). *Impacts of stream acidification on litter breakdown: implications for assessing ecosystem functioning*. Journal of Applied Ecology, 365-378.

- Fernández, H. y Domínguez, E. (2011). *Guía para determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos*. Argentina. Universidad Nacional de Tucumán.
- Fernández, R. (2012). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos*. *Páginas de información ambiental*, (39), 24-29.
- Figuerola, R., Valdovinos, C., Araya, E. & Parra, O. (2003). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile*. *Revista chilena de historia natural*, 76(2), 275-285. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200012>
- Flores, E. & Machuca, M. (2017). *Evaluación de la calidad de agua tratada de los sectores General Vintimilla y Señor de Flores, de la parroquia Bayas del cantón Azogues*.
- Forero, J. (2017). *Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del agua en la Cuenca alta del Río Frío (Tabio, Cundinamarca)* [Trabajo de grado como requisito para optar el título de Ecólogo, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/34419>
- Forero, A., Reinoso, G. & Gutiérrez, C. (2013). *Evaluación de la calidad del agua del río Opía (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos*. *Caldasia*, 35(2), 371-387
- Gil, J. (2014). *Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa*. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/1803>
- Guerrero, W., Vargas, F. & Vargas, P. (2012). *Calidad fisicoquímica del agua del río Fonce, una mirada desde conceptos especializados*. *Revista Matices Tecnológicos*, (4), 16-22.
- Guerrero, F., Manjarrés, A. & Núñez, N. (2003). *Los macroinvertebrados bentónicos de pozo azul (cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua*. *Acta Biológica Colombiana*, 8(2), pp. 43-55. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/26670>
- Guinard, J., Ríos, T. & Vega, J. (2013). *Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de las cuencas alta y baja*

- del río Gariché, provincia de Chiriquí, Panamá. *Gestión y ambiente*, 16(2), 61-70.
- Hilsenhoff, W. (1988). *Evaluación rápida sobre el terreno de la contaminación orgánica con el nivel de Índice Biótico de Familia*. Oficial de la América del Norte. Sociedad Entomológica.
- Inocencio, D., Velázquez, M., Pimente, J., Montañez, J. & Venegas, J. (2013). *Hidroquímica de las aguas subterráneas de la cuenca del Río Duero y normatividad para uso doméstico*. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 4(5), 111–126. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222013000500008&script=sci_arttext.
- Lenat, D. (1993). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*.
- Luciani, J. (2022). *Determinación de la relación entre las propiedades fisicoquímicas del agua y macroinvertebrados acuáticos-Santa Carmen*.
- López, P. L. (2004). *Población muestra y muestreo*. *Punto cero*, 9(08), 69-74.
- Martinez, J. (1996). *La perfusión de branquias como modelo de valoración de la calidad de agua y su relación con la producción intensiva de truchas*. Tesis de doctorado. Universidad Complutense de Madrid.
- Montoya, Y., Acosta, Y., & Zuluaga, E. (2011). *Evolución de la calidad del agua en el río Negro y sus principales tributarios empleando como indicadores los índices ICA, el BMWP/COL y el ASPT*. *Caldasia*, 33(1), 193-210
- Molina, C., Gibon, F., Pinto, J. & Rosales, C. (2008). *Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la Cordillera Real, Bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales*. *Ecología aplicada*, 7(1-2), 105-116. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a13v7n1-2.pdf>
- Mora, M. & Tamay, A. (2022). *Determinación del índice de calidad de agua mediante el monitoreo de macroinvertebrados, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el río Sinincay, Cuenca-Ecuador* (Bachelor's thesis).
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, (1), Zaragoza, 84 p.
- Núñez, C. (2018). *Análisis de varianza no paramétrica: un punto de vista a favor para utilizarla*. *Acta agrícola y pecuaria*, 4(3), 69-80.
- Ochoa, M. (2019). *Parámetros fisicoquímicos y su influencia en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos, Nauta, Loreto, Perú*.

- Pastran, M. (2017). *Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macroinvertebrados bentónicos, como bioindicadores: estudio de caso en el río Suárez (Chiquinquirá–Boyacá)*.
- Pave, P. & Marchese, M. (2005). *Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina)*. *Ecología austral*, 15(2), 183-197. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2005000200008&script=sci_arttext&tlng=pt
- Peña, J. y Villacorta, J. (2014). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos y su relación con la calidad del agua en la microcuenca Mishquiyacu, provincia de Moyobamba-2014*.
- Perez, A., Benetti, C. & Garrido, J. (2013). *Estudio de la calidad del agua del río Furnia (NO. España) mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos*. *Revista Nova Acta Científica Comportelana. Biología*. Vol. 20(1), 1-9.
- Pérez, N.; Marañón, A.; González, A.; Rodríguez, Y.; Naranjo, C. (2012). *"Estudio de la correlación entre el índice biótico bmwp-cub y parámetros físicoquímicos en el río Gascón de Santiago de Cuba"*. *Revista Cubana de Química*. 24(3), 231-242.
- Pino, R. & Bernal, J. 2009. *Diversidad, distribución de la comunidad de insectos acuáticos y calidad del agua de la parte alta y media del río David, provincia de Chiriquí, república de Panamá*. *Gestión y Ambiente* 12(3): pp. 73-84.
- Powers, E. (1930). *The relation between pH and aquatic animals*. *The American Naturalist*, 64(693), 342-366.
- Reyes, F. y Springer, M. (2014). *Efecto del esfuerzo de muestreo en la riqueza de táxones de macroinvertebrados acuáticos y el índice BMWP/Atitlán*. *Revista de Biología Tropical*, 62 (2), 291-301.
- Rivera, R., Encina, F., Muñoz, A. & Mejías, P. (2004). *La calidad de las aguas en los ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile*. *Información tecnológica*, 15(5), 89-101. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642004000500013>
- Rivera, M. (2016). *Relación de parámetros físicoquímicos y presencia de macroinvertebrados para determinar la calidad del agua del río Duero, Michoacán*. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/24587>
- Roldán, P. (1996). *La construcción de tipologías: metodología de análisis*. *Papers: revista de sociologia*, 9-29.

- Rodriguez, j. & Marin, R. (1999). *Fisicoquímica de aguas*. Ediciones Díaz de Santos
- Roldán, G. & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* 2ª Edición. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 528 p.
- Roldán, G. (2012). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Imprenta Nacional de Colombia. <https://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/37633>
- Roldan, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP Col*. Antioquia Colombia: Universidad de Antioquia; 198 p
- Roldán, G. (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>.
- Romero, D. & Tarrillo, H. (2017). *Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca, durante agosto, diciembre 2016 y marzo 2017*.
- Rosado, Á., Yanez, Á., Zambrano, J., Cabezas, D., Chuez, N., & Cajas, C. (2017). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador*. Ciencia y Tecnología, 10(1), 27-34.
- Rosas, J., Ávila, H., Sánchez, A., Rosas, A., García, S., Sampedro, L., Guadalupe, J y Juárez, A. (2014). Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad del agua en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. RelbCi. Vol. 1(2), 81- 88. Recuperado de: <http://reibci.org/publicados/2014/julio/2200103.pdf>
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., & Hidalgo, M. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*.
- Sierra, C. (2021). *Calidad del Agua, evaluación y diagnóstico*. – Universidad de Medellín, Colombia, 36

- Sánchez, R., Cornejo, A., Boyero, L. & Santos, A. (2010). *Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Capira, Panamá*. Tecnociencia 12(2): 57 – 70 p
- Silva, J., Moncayo, R., Ochoa, S., Estrada, F., Cruz-Cárdenas, G., Escalera, C., Villalpando, F., Nava, J., Ramos, A. y López, M. (2013). *Calidad química del agua subterránea y superficial en la cuenca del río Duero, Michoacán*. Tecnología y ciencias del agua, 4(5), 127-141
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2022, Información del tiempo y el clima. Servicio nacional de meteorología e hidrología. <https://web2.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0025>
- SUNASS. *Manual de procedimientos de análisis de agua*. 1996
- Toro, M., Vivas, S., Bonada, N., Alba, J., Guerrero, C., Moya, G. & Álvarez, M. (2002). *Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Características físico-químicas*. Asociación Española de Limnología, Madrid. España. 69 y 74 p
- Torralba, A. & Alonso, M. (2010). *Biodiversidad de odonatos de la sierra de Fonfría y cuenca del Jiloca (Teruel): faunística*. Xiloca: revista del Centro de Estudios del Jiloca.
- Torres, B., González, G., Rustrián, E. y Houbbron, E. 2013: *Enfoque de cuenca para la identificación de fuentes de contaminación y evaluación de la calidad de un río, Veracruz, México*. Rev. Int. Contaminación Ambiental, 29: 135-146.
- Vivas, S., Casas, J., Pardo, I., Robles, S., Bonada, N., Mellado, A., & Moyá, G. (2002). *Aproximación multivariante en la exploración de la tolerancia ambiental de las familias de macroinvertebrados de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED*. Limnetica, 21(3-4), 149-173

ANEXOS

Anexo 1. Resultado para la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las familias de macroinvertebrados acuáticos en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Familias	N	Parám. normales ^{a,b}		Estadístico de prueba	Sig. asin. (bilateral) ^c
		Media	Desv. Estand.		
Baetodes	27	0,82	1,98	0,44	0,00
Zelus	27	1,51	2,96	0,36	0,00
Leptohyphes	27	4,98	10,57	0,39	0,00
Askola	27	0,36	1,45	0,45	0,00
Massartellopsis	27	0,38	1,12	0,52	0,00
Meridialaris	27	0,12	0,50	0,52	0,00
Thraulodes	27	6,37	7,27	0,25	0,00
Coenagrionidae	27	0,15	0,56	0,53	0,00
Brechmorhoga	27	2,91	7,49	0,41	0,00
Polythoridae	27	0,03	0,14	0,54	0,00
Anacroneuria	27	14,30	9,16	0,19	0,02
Gelastocoris	27	0,74	1,87	0,40	0,00
Limnocoris	27	8,88	8,50	0,25	0,00
Pelocoris	27	2,00	4,20	0,34	0,00
Corydalus	27	6,42	12,84	0,31	0,00
Culoptila	27	0,05	0,17	0,53	0,00
Helicopsyche	27	0,90	3,22	0,50	0,00
Leptonema	27	25,07	13,63	0,11	0,200 ^d
Smicridea	27	1,13	2,19	0,36	0,00
Grumichella	27	5,78	9,17	0,29	0,00
Marilia	27	0,45	1,11	0,47	0,00
Maruina	27	0,26	0,99	0,53	0,00
Hexatoma	27	1,45	2,38	0,28	0,00
Molophilus	27	0,13	0,66	0,54	0,00
Tipula	27	0,05	0,24	0,54	0,00
Chrysomelidae	27	0,04	0,19	0,54	0,00
Dryops	27	1,35	2,06	0,34	0,00
Pelonomus	27	0,49	1,14	0,41	0,00
Macrelmis	27	10,50	14,17	0,23	0,00
Phanocerus	27	0,05	0,27	0,54	0,00
Pseudodisurus	27	0,03	0,14	0,54	0,00
Tropisternus	27	0,24	0,73	0,52	0,00
Lampyridae	27	0,02	0,10	0,54	0,00
Psephenops	27	0,34	0,79	0,48	0,00
Ptilodactylidae 1	27	0,22	0,67	0,48	0,00
Ptilodactylidae 2	27	0,23	0,67	0,49	0,00
Staphylinidae	27	0,04	0,19	0,54	0,00
Glossiphoniidae	27	0,09	0,48	0,54	0,00
Lumbriculidae	27	0,16	0,47	0,52	0,00
Physa	27	0,95	4,93	0,54	0,00

Anexo 2. Familia de macroinvertebrados colectados por zonas y meses de muestreo, en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Clase	Orden	Familia	Zonas de muestreo					Mes de muestreo						N° indiv. Total
			P1	P2	P3	P4	P5	Feb- 20	Mar- 20	Abr- 20	May- 20	Jun- 20	Jul- 20	
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	46	19	3	0	0	11	4	7	4	28	14	68
		Leptohyphidae	28	17	20	0	1	45	5	1	12	2	1	66
		Leptophlebiidae	109	47	13	26	3	5	7	9	61	70	46	198
	Odonata	Coenagrionidae	109	47	13	26	3	5	7	9	61	70	46	7
		Libellulidae	1	8	8	13	10	0	0	0	0	2	38	40
		Polythoridae	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Plecoptera	Perlidae	157	93	44	20	4	34	17	34	78	68	87	318
	Hemiptera	Gelastocoridae	7	5	6	0	0	5	1	1	0	10	1	18
		Naucoridae	76	46	17	11	15	24	26	14	23	27	51	165
	Megaloptera	Corydalidae	29	22	14	6	8	4	7	2	13	33	20	79
		Glossosomatidae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
		Helicopsychidae	19	8	0	0	0	26	0	0	0	0	1	27
	Thichoptera	Hydropsychidae	192	127	91	52	15	47	32	48	180	80	90	477
		Leptoceridae	86	50	10	6	1	6	4	3	5	40	95	153
		Odontoceridae	1	7	2	0	0	3	0	2	3	2	0	10
	Diptera	Psychodidae	6	2	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8
		Tipulidae	18	5	8	3	0	2	2	9	5	13	3	34
	Coleoptera	Chrysomelidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
		Dryopidae	27	18	6	3	0	0	1	5	17	18	13	54
		Elmidae	93	50	20	3	4	12	35	38	50	22	13	170
		Hydrophilidae	6	4	0	0	0	0	1	0	0	0	9	10
		Lampyridae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		Psephenidae	12	2	0	0	0	0	0	2	2	7	3	14
		Ptilodactylidae	4	11	0	0	0	0	0	2	10	2	1	15
		Staphylinidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
		Glossiphoniidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Hirudinea	Rhynchobdellida	Lumbriculida	1	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	3
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	10
N° total de familias			26	21	16	11	10	15	13	16	15	23	19	28

Anexo 3. Resultado para la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las características fisicoquímicas de agua en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

Características fisicoquímicas	N	Parám. normales ^{a,b}		Estadístico de prueba	Sig. asin. (bilateral) ^c
		Media	Desv. Estand.		
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	30	28,53	7,59	0,13	0,200 ^d
Cloruros (mg Cl/L)	30	14,80	4,36	0,25	0,00
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	30	73,07	27,67	0,15	0,07
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	30	29,87	12,77	0,20	0,00
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	30	43,20	21,99	0,16	0,04
pH	30	7,12	0,66	0,20	0,00
Conductividad eléctrica (uS/cm)	30	166,33	94,38	0,21	0,00
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	30	83,00	48,08	0,23	0,00
Turbidez (NTU)	30	289,86	273,54	0,22	0,00
Sulfatos (mg/L)	30	141,37	56,60	0,15	0,10
Fosfatos (mg/L PO ₃)	30	4,53	4,45	0,19	0,01
Nitratos (mg/L NO ₃)	30	0,74	0,39	0,18	0,02

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

Anexo 4. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las zonas muestreo según las familias de macroinvertebrados hallados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Taxones	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Baetidae	20,443	4	0,000
Leptohyphidae	10,738	4	0,030
Leptophlebiidae	12,803	4	0,012
Coenagrionidae	3,109	4	0,540
Libellulidae	0,893	4	0,926
Polythoridae	4,000	4	0,406
Perlidae	20,940	4	0,000
Gelastocoridae	8,912	4	0,063
Naucoridae	18,262	4	0,001
Corydalidae	6,518	4	0,164
Glossosomatidae	3,107	4	0,540
Helicopsychidae	5,710	4	0,222
Hydropsychidae	16,790	4	0,002
Leptoceridae	10,047	4	0,040
Odontoceridae	7,555	4	0,109
Psychodidae	3,109	4	0,540
Tipulidae	14,422	4	0,006
Chrysomelidae	4,000	4	0,406
Dryopidae	10,323	4	0,035
Elmidae	20,834	4	0,000
Hydrophilidae	5,710	4	0,222
Lampyridae	4,000	4	0,406
Psephenidae	14,273	4	0,006
Ptilodactylidae	9,201	4	0,056
Staphylinidae	4,000	4	0,406
Glossiphoniidae	4,000	4	0,406
Lumbriculidae	2,148	4	0,709
Physidae	4,000	4	0,406

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 5. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los meses de muestreo según las familias de macroinvertebrados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

Taxones	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Baetidae	1,769	5	0,880
Leptohyphidae	6,181	5	0,289
Leptophlebiidae	10,083	5	0,073
Coenagrionidae	4,145	5	0,529
Libellulidae	23,884	5	0,000
Polythoridae_B	5,000	5	0,416
Perlidae	6,003	5	0,306
Gelastocoridae	3,770	5	0,583
Naucoridae	1,938	5	0,858
Corydalidae	16,196	5	0,006
Glossosomatidae	4,143	5	0,529
Helicopsychidae	7,798	5	0,168
Hydropsychidae	8,360	5	0,137
Leptoceridae	8,132	5	0,149
Odontoceridae	3,592	5	0,610
Psychodidae	10,345	5	0,066
Tipulidae	7,468	5	0,188
Chrysomelidae	5,000	5	0,416
Dryopidae	6,781	5	0,237
Elmidae	4,911	5	0,427
Hydrophilidae	7,798	5	0,168
Lampyridae	5,000	5	0,416
Psephenidae	4,119	5	0,532
Ptilodactylidae	4,328	5	0,503
Staphylinidae	5,000	5	0,416
Glossiphoniidae	5,000	5	0,416
Lumbriculidae	7,519	5	0,185
Physidae	5,000	5	0,416

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Mes de muestreo

Anexo 6. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las zonas muestreo según las características fisicoquímicas del agua en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

Características fisicoquímicas	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	2,349	4	0,672
Cloruros (mg Cl/L)	1,650	4	0,800
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	2,995	4	0,559
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	2,225	4	0,694
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	3,274	4	0,513
pH	3,189	4	0,527
Conductividad eléctrica (uS/cm)	7,416	4	0,115
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	10,304	4	0,036
Turbidez (NTU)	18,701	4	0,001
Sulfatos (mg/L)	8,185	4	0,085
Fosfatos (mg/L PO ₃)	13,276	4	0,010
Nitratos (mg/L NO ₃)	9,470	4	0,050

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 7. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los meses de muestreo según las características fisicoquímicas del agua en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

Características fisicoquímicas	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	11,815	5	0,037
Cloruros (mg Cl/L)	20,269	5	0,001
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	17,969	5	0,003
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	21,123	5	0,001
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	12,495	5	0,029
pH	23,376	5	0,000
Conductividad eléctrica (uS/cm)	16,362	5	0,006
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	13,586	5	0,018
Turbidez (NTU)	4,267	5	0,512
Sulfatos (mg/L)	10,223	5	0,069
Fosfatos (mg/L PO ₃)	10,393	5	0,065
Nitratos (mg/L NO ₃)	14,136	5	0,015

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Mes de muestreo

Anexo 8. Valores promedios, mínimos y máximos del puntaje para los índices BMWP/Col e IBF para puntos de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Zonas de muestreo	Estadísticos	Puntos BMWP_Col	Puntos IBF
P1	Media	98	2,69
	Mínimo	70	2,33
	Máximo	124	3,1
P2	Media	80	2,58
	Mínimo	51	2,24
	Máximo	91	2,95
P3	Media	49	2,81
	Mínimo	36	2,06
	Máximo	70	3,71
P4	Media	40	2,78
	Mínimo	14	1,78
	Máximo	53	4,68
P5	Media	27	3,11
	Mínimo	13	1,33
	Máximo	41	4,85

Anexo 9. Valores promedios, mínimos y máximos del puntaje para los índices BMWP/Col e IBF para meses de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Mes de muestreo	Estadísticos	Puntos BMWP_Col	Puntos IBF
Feb-20	Media	77 (44-100)	3,08
	Mínimo	44	2,91
	Máximo	100	3,39
Mar-20	Media	43	2,40
	Mínimo	14	2,06
	Máximo	70	2,62
Abr-20	Media	49	2,24
	Mínimo	14	1,33
	Máximo	77	3,10
May-20	Media	61	2,93
	Mínimo	13	2,24
	Máximo	107	4,00
Jun-20	Media	75	2,33
	Mínimo	41	2,27
	Máximo	124	2,45
Jul-20	Media	68	3,69
	Mínimo	39	2,47
	Máximo	116	4,85

Anexo 10. Resultados prueba de Kruskal-Wallis para comparar las zonas de muestreo según el índice de calidad (BMWP e IBF) en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Puntos BMWP_Col	19,397	4	0,001
Puntos IBF	0,428	4	0,980

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 11. Resultado prueba de Kruskal-Wallis para comparar los meses de muestreo según el índice de calidad (BMWP e IBF) en el río Mejiamayu, Palmapampa Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Puntos BMWP_Col	3,573	5	0,612
Puntos IBF	12,327	5	0,031

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Mes de muestreo

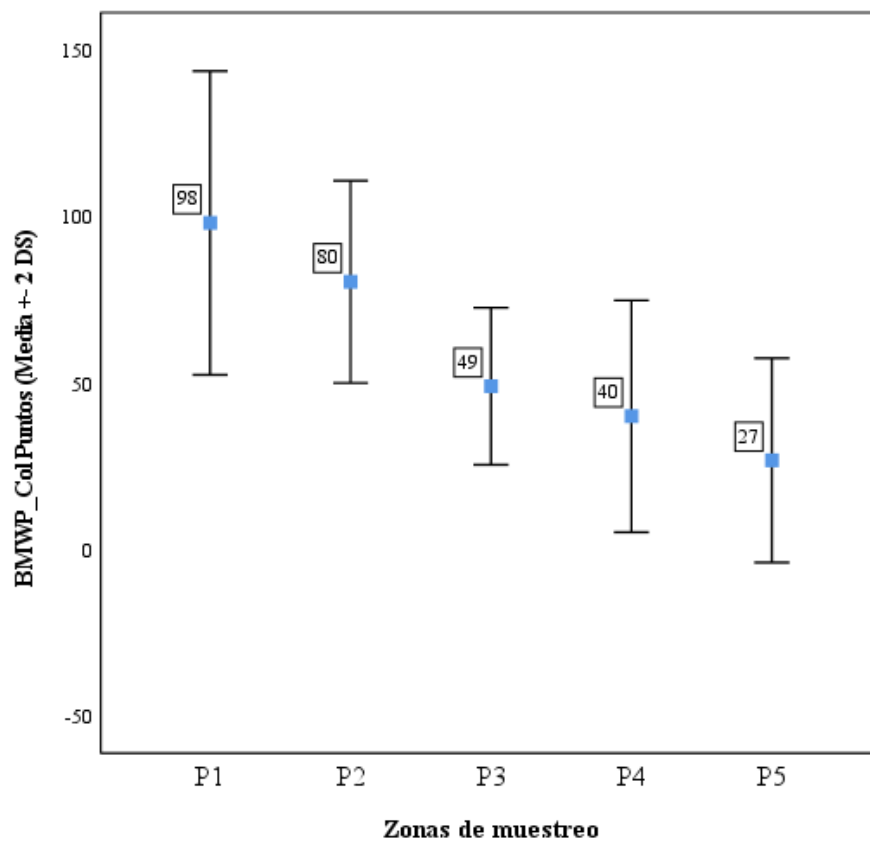
Anexo 12. Similitud de las zonas de muestreo a través de los índices IBF (Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) del río Mejiamayu. Palmapampa, Ayacucho 2020.

	P1	P2	P3	P4	P5
P1	1				
P2	0,901	1			
P3	0,678	0,768	1		
P4	0,595	0,679	0,905	1	
P5	0,454	0,525	0,728	0,817	1

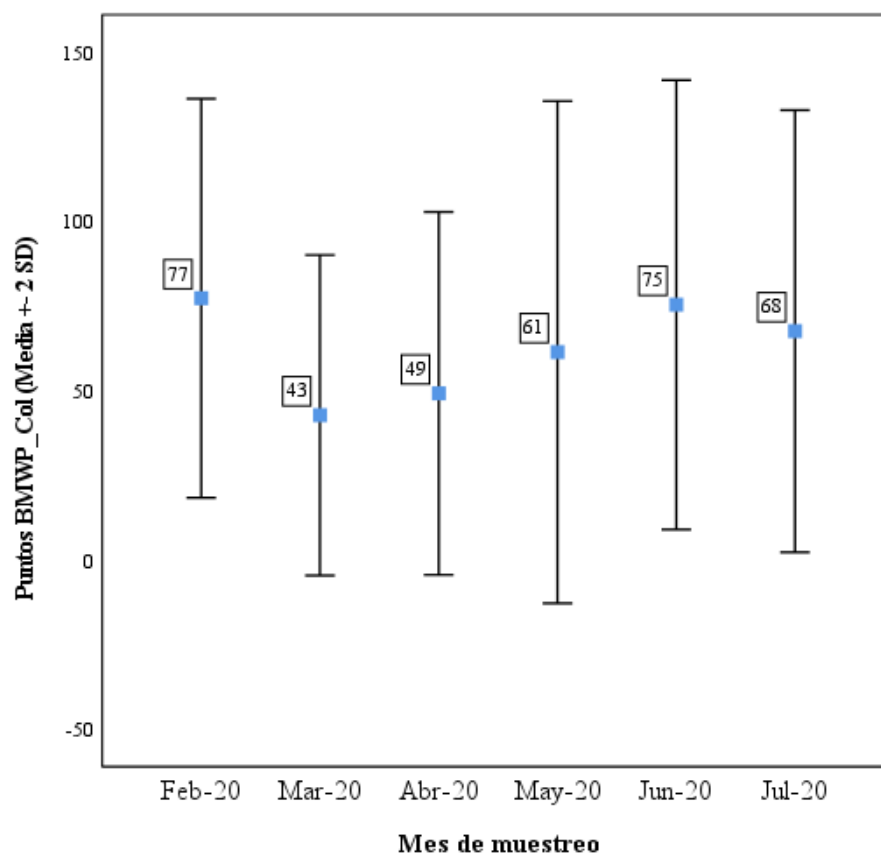
Anexo 13. Similitud de los meses de muestreo a través de los índices IBF (Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) del río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20
Feb-20	1					
Mar-20	0,72	1				
Abr-20	0,78	0,94	1			
May-20	0,89	0,83	0,89	1		
Jun-20	0,98	0,74	0,80	0,90	1	
Jul-20	0,94	0,78	0,83	0,94	0,94	1

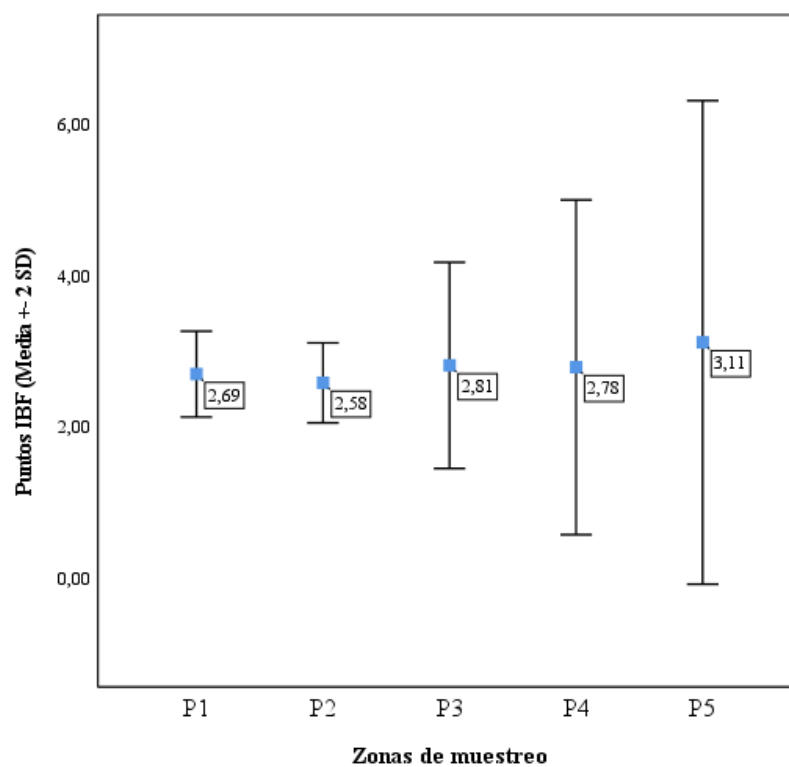
Anexo 14. Valor promedio y desviación estándar del puntaje para los índices BMWP según zonas de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.



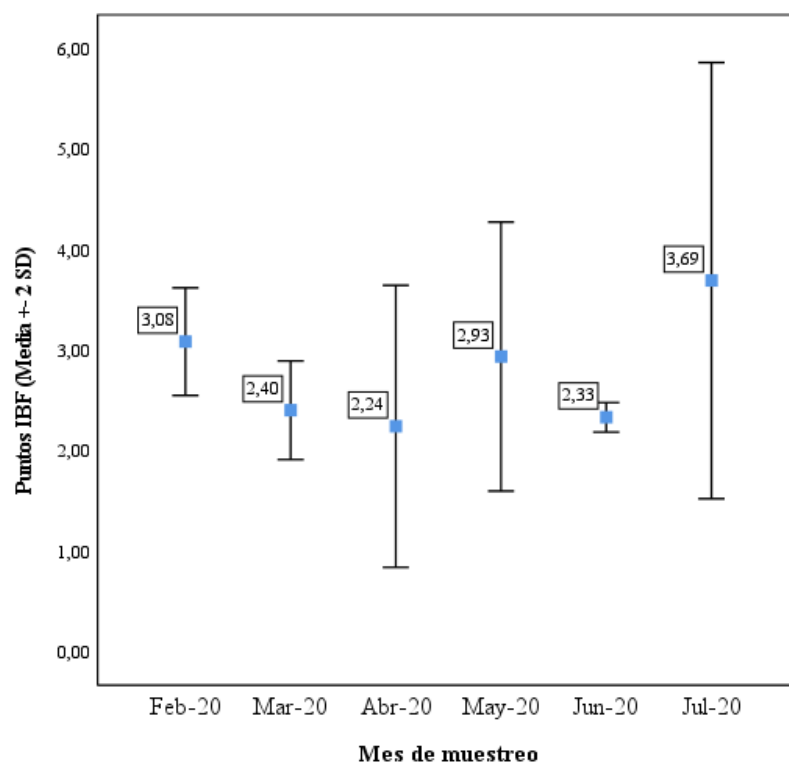
Anexo 15. Valor promedio y desviación estándar del puntaje para los índices BMWP según meses de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.



Anexo 16. Valor promedio y desviación estándar del puntaje para los índices IBF para las zonas muestreo en el río Mejiamayú, Palmapampa, Ayacucho 2020.



Anexo 17. Valor promedio y desviación estándar del puntaje para los índices IBF para meses de muestreo en el río Mejiamayú, Palmapampa, Ayacucho 2020.



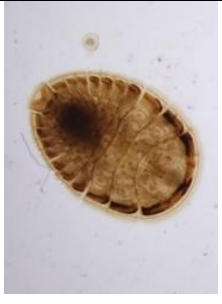
Anexo 18. Imágenes de los principales componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática de las familias Baetidae Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Perlidae, Libellulidae, Polythoridae, Gelastocoridae, Corydalidae y Naucoridae identificados en el río Mejiamayú, Palmapampa Ayacucho 2020.

			
Baetidae	Baetidae	Baetidae	Leptophlebiidae
Baetodes	Zelusia	Meridialis	Askola
			
Leptophlebiidae	Leptohyphidae	Leptophlebiidae	Perlidae
Massartellopsis	Leptohyphes	Thraulodes	Anacroneuria
			
Libellulidae	Polythoridae	Libellulidae	Gelastocoridae
Brechmorhoga		Coenagrionidae	Gelastocoris
			
Naucoridae	Naucoridae	Corydalidae	Glossosomatidae
Limnocoris	Pelocoris	Corydalus	Culoptila

Anexo 19. Imágenes de los principales componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática de las familias Helicopsychidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Odontoceridae, Psychodidae, Tipulidae, Chrysomelidae y Dryopidae identificados en el río Mejiamayú, Palmapampa, Ayacucho 2020.

			
Helicopsychidae Helicopsyche	Hydropsychidae Leptonema	Hydropsychidae Smicridea	Leptoceridae Grumichella
			
Odontoceridae Marilia	Psychodidae Maruina	Tipulidae Hexatoma	Tipulidae Molophilus
			
Tipulidae Tipula	Chrysomelidae	Dryopidae Dryops	Dryopidae Pelonomus
			
Elmidae Macrelmis	Elmidae Phanocerus	Elmidae Pseudodisensus	Hydrophilidae Tropisternus

Anexo 19. Imágenes de los principales componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática de las familias Lampyridae Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Oligoneuriidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Hydroptilidae y Glossosomatidae identificados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

			
Lampyridae	Psephenidae Psephenops	Ptilodactylidae 1	Ptilodactylidae 2
			
Stafilinidae	Glossifonidae	Lumbriculidae	Pysidae

Anexo 20. Registro fotográfico de las zonas de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.



Zona de muestreo P1 en río Mejiamayu.



Zona de muestreo P2 en río Mejiamayu.



Zona de muestreo P3 en río Mejiamayú.



Zona de muestreo P4 en río Mejiamayú.



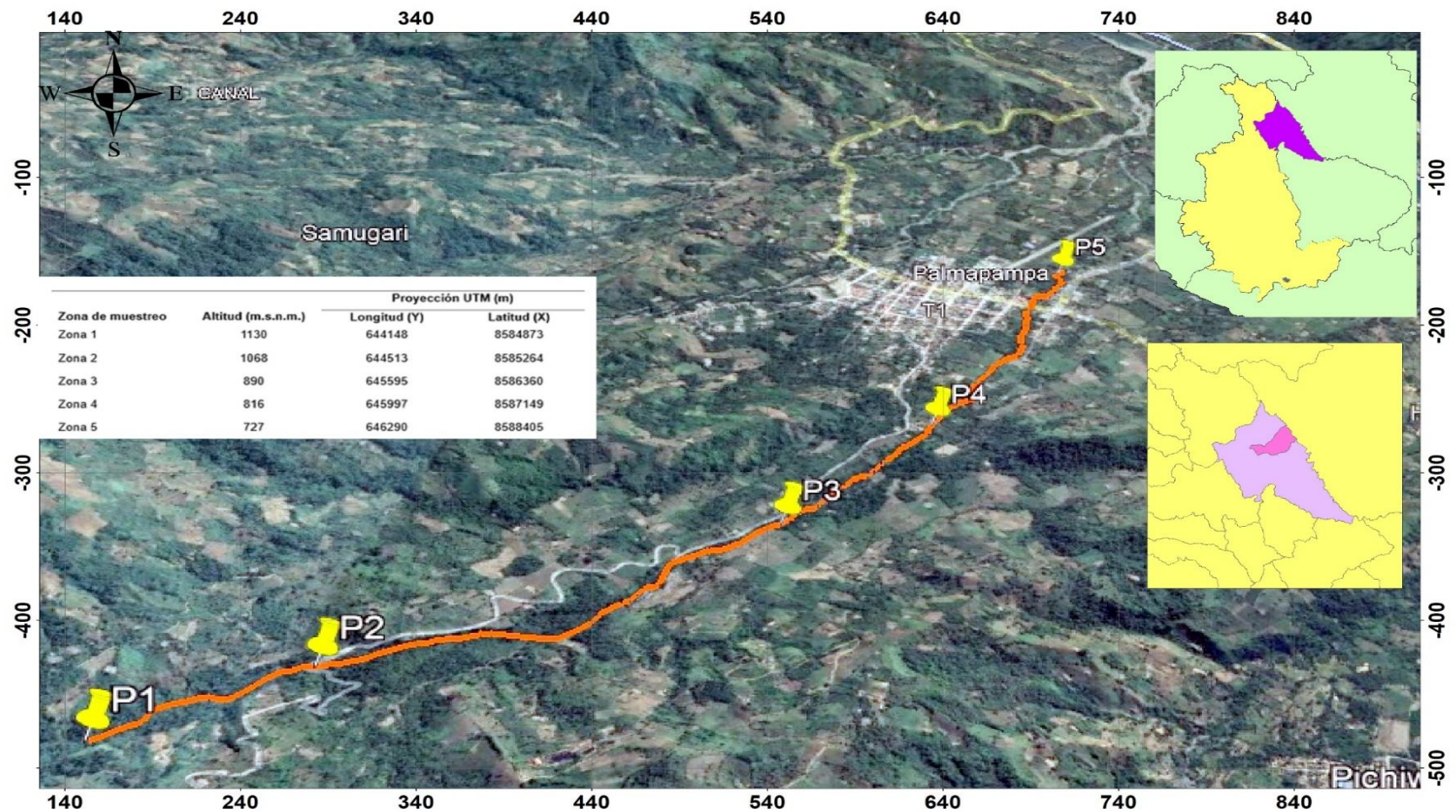
Zona de muestreo P5 en río Mejiamayú.



Muestreo de macroinvertebrados con red de Surber en el río Mejiamayú

Anexo 21. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020.

MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO EN EL RIO MEJIAMAYU, PALMAPAMPA, AYACUCHO 2020



Anexo 22. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ¿Cuál es la relación existe entre las características fisicoquímicas del agua con la calidad biológica basado en macroinvertebrados en el río Mejiamayú ubicado en la localidad de Palmapampa?	Objetivo general Evaluar la relación existente entre las características fisicoquímicas del agua con la calidad biológica basado en macroinvertebrados en el río Mejiamayú, ubicado en la localidad de Palmapampa. Objetivos específicos - Determinar la calidad biológica mediante los índices IBF (Índice Biótico de Familia), BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) del río Mejiamayú. - Determinar las características fisicoquímicas (turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza total, pH, cloruros, fosfatos, sulfatos y nitratos) de las aguas del río Mejiamayú. - Relacionar calidad biológica determinada mediante el Índice Biótico de Familia y BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia), con las características fisicoquímicas (turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza total, pH, cloruros, fosfatos, sulfatos y nitratos) del río Mejiamayú. - Estimar la similitud de las zonas y meses de muestreo a través de los índices IBF (Índice Biótico de Familia) y BMWP/Colombia (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) de las aguas del río Mejiamayú.	2.1. Antecedentes 2.2. Marco conceptual 2.2.1. Macroinvertebrados acuáticos 2.2.2. Índices bióticos 2.2.3. Calidad fisicoquímica del agua 2.2.4. Calidad biológica del río 2.2.5. Índice Biótico de Familia (IBF) 2.2.6. Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) 2.3. Bases teóricas 2.3.1. Ecosistemas acuáticos 2.3.2. Calidad de agua 2.3.3. Contaminación del entorno acuático 2.3.4. Macroinvertebrados acuáticos 2.3.5. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua 2.3.6. Características ideales de un bioindicador 2.3.7. Índices para determinar la calidad biológica del agua 2.3.8. Calidad fisicoquímica del agua	Variable independiente Características fisicoquímicas del agua del río Indicadores Características fisicoquímicas (temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, lcalinidad, cloruros, dureza total, dureza cálcica, sulfatos, pH, fosfato). Variable dependiente Calidad del agua determinado mediante macroinvertebrados acuáticos Indicadores - Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) - Índice Biótico de Familia (IBF)	TIPO DE INVESTIGACIÓN Investigación descriptiva – correlacional DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Diseño transversal correlacional Población Macroinvertebrados acuáticos que habitan en el río Mejiamayú en el tramo comprendido desde 644148E, 8584873N a 646290E, 8588405N ubicado en el distrito de Samugari, provincia La Mar, departamento Ayacucho durante los meses de febrero a julio del año 2020. Muestra Constituido por 30 muestras de macroinvertebrados acuáticos que fueron colectadas de forma aleatoria en cinco zonas de muestreo durante seis (6) meses, con una frecuencia mensual durante los meses de febrero y julio del 2020. También 30 muestras de agua colectadas en cinco zonas de muestreo durante 6 meses con la misma frecuencia mensual. Sistema de muestreo La ubicación de las zonas de muestreo se realizará de manera determinística. A partir de cada punto de muestreo se ubicará puntos de muestreo, las mismas que serán de manera aleatoria, con una frecuencia mensual durante seis meses entre los meses de febrero y julio del 2020. La primera etapa se ubicará en el tramo del río determinísticamente los puntos de muestreo que serán seis zonas de muestreo. La segunda etapa, a partir de la ubicación de las seis zonas de muestreo, la colección de muestras de macroinvertebrados y de agua, se realizará siguiendo las recomendaciones de un muestreo aleatorio sistemático, en la que cada toma de muestra mensual se realizará en sentido contrario al flujo de agua a intervalos de 20 metros de distancia.

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Edith QUISPE LOPEZ
RESOLUCIÓN DECANAL N° 227-2024-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del trece de junio del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA a su vez siendo Miembro Jurado; Dra. Elya Salina BUSTAMANTE SOSA (Miembro-Jurado); Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ (Miembro – Asesor); actuando como secretario docente encargado el Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA con memorándum N° 178-2024 UNSCH (IN)-FCB, con fecha trece de junio de dos mil veinticuatro; para presenciar el acto de sustentación de tesis titulada: **Relación de las características fisicoquímicas del agua con la calidad biológica basado en macroinvertebrados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020**; presentado por la **Bach. Edith QUISPE LOPEZ**; el presidente verifico la documentación presentada por la aspirante, indicó al secretario docente encargado dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego se dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de tesis tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Acto seguido, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas para que los miembros del jurado evaluador y así puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

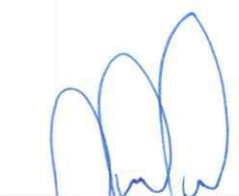
Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta a pregunta	Promedio
Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA	16	16	16
Dra. Elya Salina BUSTAMANTE SOSA	16	15	16
PROMEDIO			16

La sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Posteriormente, el señor presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público en general presente al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA
Presidente y Miembro Jurado


Dra. Elya Salina BUSTAMANTE SOSA
Miembro – Jurado


Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ
Miembro Asesor


Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA
Secretario Docente(e)



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 48-2024-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Relación de las características fisicoquímicas del agua con la calidad biológica basado en macroinvertebrados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020**, por EDITH QUISPE LOPEZ; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 23%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 31 de julio de 2024.



Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Relación de las características fisicoquímicas del agua con la calidad biológica basado en macroinvertebrados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020

por Edith Quispe Lopez

Fecha de entrega: 30-jul-2024 11:15a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2424888159

Nombre del archivo: d_QUISPE-_LOPEZ-Edith-pregrado_Tesis-2024_TURNITIN_PDF.pdf (515.17K)

Total de palabras: 10748

Total de caracteres: 55368

Relación de las características fisicoquímicas del agua con la calidad biológica basado en macroinvertebrados en el río Mejiamayu, Palmapampa, Ayacucho 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

3%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

2%

5

tesis.ipn.mx

Fuente de Internet

2%

6

Submitted to Universidad Manuela Beltrán

Trabajo del estudiante

1%

7

repositorio.unesum.edu.ec

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9	repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet	1 %
10	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1 %
13	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
14	es.slideshare.net Fuente de Internet	< 1 %
15	archive.org Fuente de Internet	< 1 %
16	repositorio.unitec.edu Fuente de Internet	< 1 %
17	www.ianas.com Fuente de Internet	< 1 %
18	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
19	idbinvest.org Fuente de Internet	< 1 %
20	repositorio.unimagdalena.edu.co Fuente de Internet	< 1 %

21	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
22	cortolima.gov.co Fuente de Internet	< 1 %
23	dspace.tdea.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
24	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
25	www.buenaventura.com.pe Fuente de Internet	< 1 %
26	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	< 1 %
27	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	< 1 %
28	biblat.unam.mx Fuente de Internet	< 1 %
29	docplayer.es Fuente de Internet	< 1 %
30	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo