

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica
de sistemas lóticos de la cabecera de la microcuenca
Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO, EN LA ESPECIALIDAD DE ECOLOGÍA Y
RECURSOS NATURALES**

PRESENTADO POR:

Bach. CUADROS CHUCHÓN, Orlando

ASESOR:

Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz

AYACUCHO – PERÚ

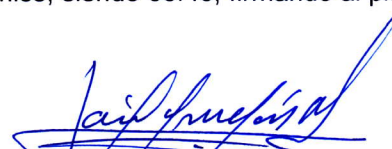
2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Orlando CUADROS CHUCHÓN
R.D. N° 130-2022-UNSCH-FCB-D


En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro y diez de la tarde del veintidós de julio del año dos mil veintidós, 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 y presidida por el Decano Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ; quien a su vez es miembro jurado; el Dr. Edwin PORTAL QUICANA (miembro jurado); Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS (miembro jurado); y el MSc. Yuri Oliver AYALA SULCA (miembro 4to jurado), actuando como secretario Docente el Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **“Macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica de sistemas lóticos de la cabecera de la micro cuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020 – 2021”**, presentado por el Bach. Orlando Cuadros Chuchón, el presidente luego de verificar la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello se dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Concluida la exposición, el presidente invito a cada uno de los miembros del jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminado esta etapa, el presidente invito al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones, cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR	EXPOSICIÓN	RESPUESTA A PREGUNTAS	PROMEDIO
Dr. Edwin PORTAL QUICANA	15	15	15
Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS	16	14	15
MSc. Yuri Oliver AYALA SULCA	15	14	15
		PROMEDIO	15

El sustentante alcanzó el promedio de 15 (quince) aprobando. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados, e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto Académico, siendo 06:40, firmando al pie del presente en señal de conformidad.



Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ
Presidente



Dr. Edwin PORTAL QUICANA
Miembro – Jurado



Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS
Miembro – Jurado



MSc. Yuri Oliver AYALA SULCA
Miembro – 4^{to} Jurado



Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE
Secretario – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


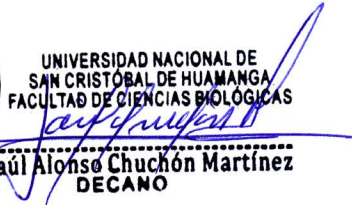
DECANATURA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS N° 020-
2022-FCB-D

Yo, SAÚL ALONSO CHUCHÓN MARTÍNEZ, Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **“Macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica de sistemas lóticos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021”**, presentado por el Bach. ORLANDO CUADROS CHUCHÓN; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 17%, 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-C.

En tal sentido, 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, 30 de setiembre de 2022.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez
DECANO

Macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica de sistemas lóticos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021

por Orlando Cuadros Chuchón

Fecha de entrega: 29-sep-2022 10:50a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1912160875

Nombre del archivo: 1A_Cuadros_Chuch_n_Orlando_Pregrado_2022_TURNITIN.docx (966.38K)

Total de palabras: 10738

Total de caracteres: 59658

Macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica de sistemas lóticos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	worldwidescience.org Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
7	repository.globethics.net Fuente de Internet	1%
8	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	S. Shim. "The Impact of Life Events on Perceived Financial Stress, Clothing-Specific Lifestyle, and Retail Patronage: The Recent IMF Economic Crisis in Korea", Family and Consumer Sciences Research Journal, 11/01/2000 Publicación	<1 %
11	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.revperuentomol.com.pe Fuente de Internet	<1 %
13	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Con mucho amor y cariño a mi
madre e hija.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por acogerme y materializar mi formación profesional.

A la Facultad Ciencias Biológicas, por formarme cómo biólogo y a sus docentes por sus sabias enseñanzas.

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

Al Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por su asesoramiento, orientación académica y contribución, que han permitido la ejecución y finalización del presente trabajo de tesis.

A la Blga. Carolina Rayme Chalco, por su apoyo en el procesamiento de las muestras biológicas.

A mis amigos y compañeros por su motivación y apoyo moral para la materialización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Nivel internacional	3
2.1.2. Nivel nacional	5
2.1.3. Nivel regional	7
2.2. Marco conceptual	8
2.2.1. Macroinvertebrados acuáticos	8
2.2.2. Calidad del agua	8
2.2.3. Características físicas del agua	8
2.2.4. Cuenca	8
2.2.5. Sistemas lóticos	8
2.2.6. Composición	9
2.2.7. Indicador ecológico	9
2.3. Fundamento teórico	9
2.3.1. Cabecera de cuenca	9
2.3.2. Macroinvertebrados acuáticos	10
2.3.3. Influencia de factores químicos en la biomasa	10
2.3.4. Factores que determinan la distribución de los macroinvertebrados acuáticos	11
2.3.5. Relación de factores fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados acuáticos	11
2.3.6. Los macroinvertebrados en los habitas loticos	12
2.3.7. Órdenes principales que componen la comunidad macroinvertebrada acuática	13
2.3.8. Calidad fisicoquímica del agua	15

III.	MATERIALES Y METODOS	19
3.1.	Localización de la zona de estudio	19
3.1.1.	Localización política	19
3.1.2.	Localización geográfica	19
3.2.	Población y muestra	20
3.2.1.	Población	20
3.2.2.	Muestra	21
3.2.3.	Muestreo	21
3.2.4.	Unidad de observación	21
3.2.5.	Metodología y recolección de datos	21
3.2.6.	Obtención de muestras de macroinvertebrados	22
3.2.7.	Medición de parámetros fisicoquímicos de agua	23
3.2.8.	Selección de las muestras	23
3.2.9.	Identificación de los macroinvertebrados	23
3.2.10.	Determinación de la abundancia	24
3.3.	Análisis de datos	24
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN	39
VI.	CONCLUSIONES	45
VII.	RECOMENDACIONES	47
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación geográfica (UTM) de las zonas de muestreo en los cursos de los ríos Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamayu, distrito Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	20
Tabla 2. Métodos para la caracterización fisicoquímica del agua. Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento (SUNASS).	23
Tabla 3. Composición y abundancia total de macroinvertebrados colectados en los sistemas fluviales de tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	27
Tabla 4. Abundancia relativa de la composición a nivel de género de macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	28
Tabla 5. Índices de similitud (Bray-Curtis) de los meses de muestreo sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	31
Tabla 6. Índices de similitud de Bray-Curtis de tres ríos sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	33
Tabla 7. Índices de similitud de Bray-Curtis en las zonas de muestreo basado en la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	35
Tabla 8. Características fisicoquímicas (media y desviación estándar) de las aguas de tres ríos ubicados en la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación geopolítica de la zona de estudio.	19
Figura 2. Mapa de ubicación de las ocho zonas de muestreo en los tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Ayacucho 2021.	20
Figura 3. Abundancia relativa (media y desviación típica) de los géneros identificados de los macroinvertebrados de los sistemas fluviales de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	29
Figura 4. Abundancia relativa (media y desviación típica) de los géneros identificados de los macroinvertebrados en cada uno de los tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	30
Figura 5. Dendograma de similitud de Bray-Curtis de los meses de muestreo sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	32
Figura 6. Dendograma de similitud de Bray-Curtis de los ríos sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	34
Figura 7. Dendograma de similitud de Bray-Curtis de las estaciones de muestreo basado en la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	36

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Test de Shapiro wilks. Se utilizó el para contrastar que la población este normalmente distribuida.	57
Anexo 2. Test de Shapiro Wilks. Para contrastar la distribución de los valores fisicoquímicas del agua de los tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes.	58
Anexo 3. a. Prueba de Kruskal Wallis b. Variable de Agrupación: Ríos.	59
Anexo 4. Estadísticos de prueba ^{a,b} .	60
Anexo 5. Imágenes de muestreo de macroinvertebrados y características ambientales correspondiente al río Yanawanku, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	61
Anexo 6. Imágenes de muestreo de macroinvertebrados y características de la zona de muestreo del rio Watayqucha-Matará, Acocro, huamanga, Ayacucho 2020-2021.	62
Anexo 7. Imágenes de muestreo de macroinvertebrados y características ambientales del rio Challwamayu, Acocro, huamanga, Ayacucho 2020-2021.	63
Anexo 8. Medición en campo de las características fisicoquímicas del agua en los ríos Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamayu en la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga - Ayacucho 2020 – 2021.	64
Anexo 9. Procesamiento de limpieza selección e identificación de macroinvertebrados en el laboratorio de Biodiversidad y Sistemas de Información Geográfica-UNSCH.	65
Anexo 10. Características taxonómicas de los órdenes Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera y Trichoptera de los de tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	66
Anexo 11. Características taxonómicas del orden Díptera de los de tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.	67
Anexo 12. Características taxonómicas de los órdenes Coleoptera, Amphipoda, Hirudinida, Lumbriculida, Rhabditophora y Basommatophora de los de tres ríos de la cabecera de la	68

microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

- Anexo 13. Mapa de ubicación de los ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes y los puntos de muestreo (rio Watayqucha (H1, H2, H3), rio Yanawanku-Matará (Y1, Y2, Y3) y rio Challwamayu (CH1, CH2)). 69
- Anexo 14. Matriz de consistencia 70

RESUMEN

El conocimiento sobre los macroinvertebrados acuáticos en las cabeceras de los ríos de nuestra región es escaso, conociendo la diversidad de estos organismos se puede entender el funcionamiento de dichos ecosistemas. El objetivo del estudio fue caracterizar la composición y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos, considerando las dimensiones de temporalidad y espacio en la cabecera de la micro cuenca Yucaes. Se caracterizó a los organismos en los tres principales ríos de la cabecera de la micro cuenca Yucaes, donde se estableció ocho zonas de muestreo en los ríos (Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamayú) los que se muestrearon desde octubre de 2020 a febrero de 2021. Para la colecta de los macroinvertebrados, se utilizó una red Surber con un área de muestreo de 1 200 cm², con el que se realizaron cinco colectas que constituyó una muestra los que fueron depositados en un recipiente plástico al que se agregó alcohol de 70° para su preservación. Posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas para su procesamiento. Para la identificación de los especímenes colectados se empleó la clave de Domínguez y Fernández (2009). En la cabecera de la microcuenca se hallaron 36 géneros pertenecientes a 28 familias, 13 órdenes y seis clases. En el río Yanawanku se hallaron 31 géneros donde seis fueron exclusivos de dicho río; en el río Watayqucha-Matará, 27 géneros de los cuales dos son exclusivos y para el río Challwamayú se hallaron 26 géneros con dos géneros exclusivos. Las abundancias y la composición de la comunidad de macroinvertebrados fueron variables tanto temporalidad (meses) como en lo espacial (zonas de muestreo). En forma general los géneros más abundantes en la cabecera de la microcuenca fueron *Claudioperla* 1 384 (23,3%), *Andesiops* 1526 (24,5%) y *Austrelmis* 944 (15,4%). De los ríos estudiados, Watayqucha-Matará y Yanawanku muestran una similaridad de Bray-Curtis de 0,44 lo mismo sucede entre los ríos Yanawanku y Challwamayú con 0,44, mientras que aumenta a 0,39 entre los Watayqucha-Matará y Challwamayú. Se halló que las características fisicoquímicas de las aguas de los ríos son diferentes ($p < 0,05$), destacando el río Challwamayú, que presenta mayores valores en conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, mientras que en pH y temperatura son bajas.

Palabras clave: Macroinvertebrados acuáticos, composición, abundancia, similitud.

I. INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados acuáticos conforman parte de las comunidades biológicas, son muy importantes y estos dan características a las aguas corrientes en su transcurso. La comunidad de macroinvertebrados acuáticos están comprendidos aquellos que viven en ambientes acuáticos y comprenden tamaños superiores a los 0,5 mm. (Roldan & Ramírez, 2008).

Por tanto, estos organismos se encuentran en los ambientes lóticos, como lo demuestra Carrasco (2005), donde describe que aproximadamente el 80% representan a los insectos dentro de los artrópodos, la mayoría en sus etapas larvianas; podemos encontrar otros taxones como Oligoquetos "lombrices", Gasterópodos "caracoles", Turbelarios "planarias", Hirudíneos "sanguijuelas", Insectos, Crustáceos, Arácnidos y Bivalvos.

Así mismo, los macroinvertebrados en los sistemas acuáticos juegan un papel muy importante dentro de los procesos ecológicos de los ecosistemas acuáticos, garantizando y regulando la productividad primaria de estos sistemas (Wallace & Webster, 1996).

Los macroinvertebrados siendo abundantes, son los principales contribuyentes de materia al flujo de energía dentro de un sistema, con el aporte de los hervívoros como productores primarios, los depredadores como productores secundarios y los detritívoros que son los que utilizan la materia orgánica dando inicio a la cadena trófica y llegando a niveles superiores como; peces, aves y mamíferos.

Se tiene poca información con respecto a los macroinvertebrados acuáticos en la cabecera de los ríos en la región, Molina et al. (2008), describen que existen pocos estudios realizados en los ríos altoandinos referidos a las características de fauna y medioambiente.

Los conocimientos sobre los macroinvertebrados acuáticos es diversa y muy amplia en el mundo, en Norte América, los estudios son muy detallados (Throp y

Covich, 2010), la misma se sustenta en trabajos de muchos investigadores donde manifiestas que existen trabajos diversos sobre estudio de macroinvertebrados para Europa (Oscoz et al., 2011).

Sin embargo, para otras regiones como América del Sur este tipo de trabajos de investigación son mínimas y las informaciones existentes están dispersan y poco públicas. En las últimas décadas se tienen escasas publicaciones de importancia (Roldan y Ramírez, 2008)

Frente a esta realidad descrita, de escaso conocimiento sobre los organismos bentónicos en los sistemas loticos altoandinos, se requiere incrementar las investigaciones en estas regiones, parte de la propuesta que se centra en la presente investigación, para lo cual se propone objetivos como:

Objetivo general

Evaluar las características de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y fisicoquímicos del agua de tres ambientes lóticos ubicados en la cabecera de la microcuenca Yucaes en el distrito de Acocro, Huamanga. Desde octubre de 2020 a febrero de 2021.

Objetivos específicos

1. Determinar la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en tres sistemas lóticos desde octubre de 2020 a febrero de 2021.
2. Determinar la abundancia de los componentes de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en relación con los factores fisicoquímicos en tres sistemas lóticos desde octubre de 2020 a febrero de 2021.
3. Determinar los niveles de similitud de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en los tres sistemas loticos y meses de muestreo mediante el índice de Bray-Curtis.
4. Determinar las características fisicoquímicas (conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH y temperatura) del agua en los tres sistemas lóticos de la microcuenca del río Yucaes.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nivel internacional

En Bolivia, el 2008 realizaron un trabajo de investigación sobre la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de un río altoandino de la cuenca amazónica, y la variación durante el recorrido del río y los meses del año y su relación con los factores medioambientales. Encontrando resultados con bajos índices de riqueza de taxones de macroinvertebrados, sin embargo, se reportó taxas que presentaron mayores abundancias y estos son constantes: *Leptophlebiidae* (*Meridialaris tintinnabula*), *Gripopterygidae* (*Claudioperla tigrina*), *Baetidae* (*Andesiops peruvianus*), *Oligochaeta Simuliidae* y *Chironomidae*. A través del empleo de herramientas estadísticas de análisis multivariados, se determinó que la densidad y la riqueza de la población de macroinvertebrados tienen influencia con las variaciones de diferencia de caudales durante su transecto del río (Molina et al., 2008).

En Chile, el 2003 desarrollaron un trabajo de investigación en el río Damas. donde hay gran actividad ganadera y agrícola en un 78,2 % del territorio de la cuenca. Los muestreos se dieron con el empleo de una red Surber, en 15 puntos distribuidos en el río Dama y tributarios. Teniendo como resultados la presencia de 77 taxas, siendo los grupos más diversos Trichoptera (16 %), Plecoptera (16 %), Ephemeroptera (12 %) y Diptera (14 %). También se la disminución de riqueza específica desde la cabecera de la cuenca hacia aguas río abajo. Estos resultados presentan que el IBF es un indicador sobre de la calidad de las aguas en los ríos de cuencas ganaderas y agrícolas (Figueroa et al., 2003).

Estudio de investigación realizado en Colombia sobre Macroinvertebrados acuáticos en seis zonas establecidos en áreas lóxicos y estuarias en la parte baja de la cuenca de Dagua, mediante el uso de una red Surber, se obtuvieron cuatro

muestras integradas del microhábitat (lecho rocoso, sedimentos arenosos y hojarasca). Colectando un total de 15 498 especímenes de macroinvertebrados bentónicos clasificados en cuatro Phyla, siete clases, 17 órdenes, 63 familias y 61 géneros, Donde las zonas de muestreo presentan diferencias marcadas con respecto a la diversidad ($p < 0,05$). Los componentes de los ambientes estuarios y lóticos presentan una diferencia en cuanto a la composición, diversidad de taxones y riqueza porque se encontró presencia de especies de gasterópodos y crustáceos (García et al., 2011).

En Colombia, el 2012 se realizó un trabajo de investigación sobre la calidad del agua en afluentes del río Cesar, Maracas, Tucuy y Calenturitas, mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de calidad y aplicando el índice BMWP/Col modificado para Colombia por Roldan. Para lo cual se determinaron cinco zonas y en dos periodos. Teniendo como resultado un total de 1 025 organismos, 436 en periodo de lluvias y 589 en periodo seco, pertenecientes a dos phylum, tres clases, nueve órdenes, 24 familias y 37 géneros. Se encontró valores mediante el índice BMWP/Col, donde se define que la calidad del agua de la estación uno (E1) es agua poco contaminada o de calidad aceptable, las zonas de E2, E3, E4 y E5 como con contaminación moderada, y el agua de la estación E5 presentó un puntaje bajo (Vásquez et al., 2012).

En Colombia, el 2015 realizaron un trabajo de investigación de caracterización de la entomofauna acuática en cuatro quebradas de la cuenca del río San Juan, departamento Chocó en el periodo de febrero a julio de 2007. En el cual colectaron 2 377 individuos clasificados en nueve órdenes, 35 familias y 52 géneros. Siendo Ephemeroptera la orden más abundante con 61,09 %, seguido por la orden Coleoptera con 13,38 %. Con un índice de diversidad de Shannon-Weaver, de 2,95 bits/ind, y la riqueza total de 52 géneros. Con respecto al índice de Jaccard, determinado por diferentes géneros, se tiene que la quebrada Colorado y Profundo presentan similitud de (0,65), y un valor mayor de disimilitud en la quebrada San Francisco (0,48). En cuanto a los valores químicos y físicos se encuentran en rangos normales con una mínima variación, lo que determina que las quebradas en estudio presentan ambientes poco perturbadas por tanto una condición ecológica para el desarrollo de comunidades acuáticas muy diversas (Mosquera et al., 2015).

En Ecuador y Perú, el 2008 se determinó mediante un estudio la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos. Mediante un diseño de un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos. Se encontró que la biodiversidad es de 196 taxones, con estos se enriquece los conocimientos de composición, riqueza y distribución de macroinvertebrados acuáticos en los ríos en estudio. El factor de altura es determinante, por que causa efectos importantes para la presencia de macroinvertebrados acuáticos de los ríos altoandinos, así mismo se encontró una disminución de taxones y la ausencia de algunas familias de macroinvertebrados en las zonas de muestreos más altas. Como también, la variación de estructuras en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes zonas de muestreo reflejaron cambios claros por la variación de altitudes, con especies que disminuyen y hasta desaparecen en cuanto a densidad y abundancia constante se avanza hacia el sur (Villamarin, 2006-2008).

2.1.2. Nivel nacional

En Lima, el 2015 se realizó un estudio sobre la presencia de macroinvertebrados acuáticos en lagunas altoandinas y determinar su posible aplicación como indicadores biológicos. Se colectaron en 16 lagunas, en la rio Mantaro cuatro zonas de estudio y en río Rímac 12 zonas. Donde se reportaron 40 taxas teniendo el Phylum Artrópoda con la mayor riqueza y abundancia de organismos (31 taxas y 6524 organismos) y el Phylum Anélida (5 taxas y 417 organismos). Se encontró la Clase Insecta representado por 25 taxas registrando seis órdenes, donde el orden Díptera es el más abundante con 12 taxas, mientras el orden Coleóptera con cinco taxas. Mediante el Índice Biótico Andino (ABI) las lagunas muestran contaminación, posiblemente por materia orgánica. En el caso de las lagunas Santa Catalina, Canchis y Huascarcocha, presentan impacto por actividad minera ya que se registró un pH ácido, metales pesados por encima de los Estandares de Calidad Ambiental (ECA) y una baja diversidad de especies. (Velásquez, 2015).

En Cajamarca y Amazonas, se realizó un trabajo de investigación en el período de febrero a marzo de 2002. Se realizaron dos evaluaciones de MIB en la región Nor-Oriental del Marañón, para analizar su composición faunística, riqueza de familias y calidad de agua mediante el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP). Una primera evaluación en el río Wuawuas (Bagua, Amazonas). El

cual registro como aguas poco contaminadas o de calidad aceptable (67 puntos). Así mismo, se registró 22 taxas, predominando los órdenes de insectos: Trichoptera (40 %), Plecoptera (16 %) y Ephemeroptera (10 %). Las familias más representativas fueron: Xiphocentronidae (15 %), Odontoceridae (12 %), Baetidae (10 %), Perlidae (9 %) y Psephenidae (8 %). Una segunda evaluación en el río Amojú, que comprende ocho estaciones. Mediante el BMWP, se cataloga como aguas contaminadas, calidad dudosa, muy contaminadas o de calidad crítica (38 puntos). Con registro de 30 taxas, con tres órdenes de insectos: Ephemeroptera (27 %), Trichoptera (25 %) y Díptera (21 %). Las familias más representadas fueron Chironomidae (19 %), Hydropsychidae (16 %), Siphonuridae (9 %), Perlidae (8 %) y Leptophlebiidae (8 %) (Paredes et al., 2004).

En Amazonas, el 2018 se realizó estudio de la variación temporal y espacial de los macroinvertebrados acuáticos y la correlación con las características del ambiente en la cuenca del río Ventilla, Se evaluó características fisicoquímicas: temperatura, pH, oxígeno disuelto, turbidez, conductividad eléctrica, cloruros, alcalinidad, dureza y morfométricas: velocidad de corriente, distancia del cauce, y altitud, mediante el muestreo de macroinvertebrados a lo largo de 15 zonas de muestreo durante dos meses. Se recolectó un total de 32 taxas de macroinvertebrados acuáticos para la época seca y 37 para la época lluviosa. Los macroinvertebrados del río Ventilla presentan variaciones tanto espaciales y temporales que guardan una directa relación con los factores ambientales, mientras que en la época de muestreo (variación temporal) son significativos para familias específicas (Vela, 2018).

Así mismo, se tiene un trabajo de investigación dónde se determinó la calidad del agua de la microcuenca del río Pollo - Otuzco, mediante macroinvertebrados como bioindicador. Se estableció tres puntos de muestreo (PM), de macroinvertebrados. Se encontraron como resultados 949 individuos capturados, distribuidos en cinco clases, 11 órdenes y 16 familias. La riqueza y abundancia de macroinvertebrados registrados tienen una similitud en las zonas PM1 y PM2, y esto son muy diferentes a los de la zona PM3. Por otro lado, mediante el índice de similitud de Jaccard de los taxones es: para las zonas PM1 y PM2 corresponde $J = 0,63\%$; para las zonas PM2 y PM3 un valor de $J = 0,39\%$ y entre las zonas PM1 y PM3 es $J = 0,37\%$. Los parámetros físicos y químicos a través de los índices bióticos nPeBMWP y Shannon-Wiever determinaron que hay una

diferencia en cuanto a la calidad de agua de las zonas PM1 y PM2 en comparación de la zona PM3 (Bejarano, 2017).

En Lima, el 2015 se realizó un trabajo para evidenciar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y su empleo como indicadores biológicos para la cuenca alta del río Chillón. Para lo cual se establecieron 12 zonas de muestreo para determinar la diversidad de la fauna en épocas seca (julio) y lluviosa (enero). Se registraron 47 taxas, teniendo al orden Diptera el más abundante (17 taxas) y el más distribuido. En cuanto al análisis de valores de riqueza y abundancia, la estructura de macroinvertebrados acuáticos mediante índices de Shannon-Wiener y equidad de Pielou y similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no paramétrico de escalamiento multidimensional (nMDS) determinaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto a tiempo y espacio en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. La variación temporal es explicada por el cambio del caudal. Donde hay influencia sobre los fisicoquímicos del agua y la estabilidad del hábitat, y las variaciones espaciales se explica por la diferencia de altitudes de las zonas de muestreo (García, 2016). En Junín, el 2016 se llevó a cabo un estudio para determinar el estado de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos del río Cunas mediante indicadores biológicos. Los macroinvertebrados acuáticos se recolectaron empleando una red Surber. Encontrando resultados determinantes por la actividad antrópica sobre los macroinvertebrados acuáticos con la mediada de DBO_5 de aguas residuales de la actividad piscícola 7,70 mg/L, de la actividad pecuaria 869 mg/L y de la actividad urbana 428,3 mg/L. “Los resultados de los indicadores fisicoquímicos y bacteriológicos mostraron diferencias significativas para la conductividad, temperatura y sólidos totales disueltos. Se identificaron cuatro phyla, siete clases, 12 órdenes y 26 familias de macroinvertebrados acuáticos (Custodio y Chanamé, 2016).

2.1.3. Nivel regional

En Ayacucho, el 2013 se desarrolló un estudio de investigación en el río Apacheta y sus tributarios en el periodo de julio a noviembre. Donde de determinó las características fisicoquímicas más importantes en el río Apacheta y sus tributarios, para determinar la calidad ambiental de las aguas del río Apacheta con el empleo de los índices BMWP (Biological Monitoring Working Party), EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) y IBF (Índice Biótico de Familia). Los resultados determinaron seis clases, 11 órdenes y 25 familias,

siendo diferentes en composición y abundancia. De acuerdo al índice EPT, se determinaron aguas de buena calidad, hasta aguas de mala calidad, y de acuerdo al índice IBF se encontró aguas de excelente calidad y aguas de buena calidad, y finalmente para el índice BMWP se registran valores que determinan a las aguas como contaminadas y aguas muy contaminadas (Palomino, 2013).

En Ayacucho, el 2017 realizó un estudio de investigación sobre la composición y abundancia de las comunidades de macroinvertebrados bentónica de los ríos Macro y Pampas, para poder determinar la relación y abundancia de macroinvertebrados con la calidad fisicoquímica del agua de los ríos. Los muestreos se realizaron en siete estaciones cercanas a la ciudad, durante el mes de octubre de 2016 a abril de 2017. En el río Pampas se halló 38 géneros con diez exclusivos; mientras en el río Macro se halló 31 géneros, con tres géneros exclusivo. Registrando un total de 41 géneros perteneciente a 28 familias, 13 órdenes y cinco clases. (Ayala, 2017).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Macroinvertebrados acuáticos

Son animales invertebrados mayores a 0,5 mm. En su mayoría corresponden a artrópodos (Crustacea), insectos (Ephemeroptera, Diptera, Coleoptera, Trichoptera, Plecoptera). Además de pequeños moluscos, oligoquetos, sanguijuelas y planarias (Ahumada et al., 2011).

2.2.2. Calidad del agua

Comprende al conjunto de las características químicas, organolépticas, físicas, y microbiológicas propias que reúne el agua (Guevara, 1996).

2.2.3. Características físicas del agua

Estas características físicas del agua comprenden: Olor, sabor, color, turbidez y temperatura (Guevara, 1996).

2.2.4. Cuenca

Sistemas integrados que comprenden uno a más subcuencas. Subcuenca, varias microcuencas quienes drenan a un cauce principal con caudales fluctuantes pero permanentes. Microcuenca, comprende un espacio geográfico donde se da un drenaje al cauce principal de una subcuenca; por tanto, una subcuenca presenta varias microcuencas (Ordoñez, 2011).

2.2.5. Sistemas lóticos

Los sistemas lóticos son ecosistemas heterótrofos, por tanto, necesitan del ingreso de materia orgánica para su funcionamiento. Además, estas

comunidades en su mayoría están determinadas por las condiciones ambientales, por tanto, son indicadoras del estado ecológico del río. Como se puede ver, estos medios son muy complejos y se pueden estudiar desde diversos enfoques (geomorfológico, hidráulico, ecológico, etc.), todos ellos necesarios y complementarios para la comprensión del sistema fluvial en su conjunto (Tierno de Figueroa, 2007).

2.2.6. Composición

Taxones o grupos de organismos que componen una comunidad

a) Abundancia

Comprende al número de individuos de diferentes especies que presentes en una comunidad por unidad de espacio o de densidad de la población (Preston, 1948).

b) Diversidad

Es la cantidad de diferentes especies que forman una determinada comunidad y comparten un ecosistema (Preston, 1948).

c) Dominancia

Son las especies que abundas en una determinada comunidad, ya sea por el tamaño, número de organismos, su capacidad defensiva, etc. La comunidad, por lo general, lleva el nombre de la especie que domina (Preston, 1948).

d) Hábitat

Es el espacio que ocupa una especie dentro de un área de la comunidad. Por tanto, se debe tener presente al definir el hábitat ya que los organismos están adaptados a las condiciones y factores ambientales y solamente pueden desarrollarse en un determinado hábitat, cuando los valores de esos factores se encuentran dentro del rango de tolerancia de la especie (Preston, 1948).

2.2.7. Indicador ecológico

Refiere a una determinada especie que tolera sólo una mínima variación de parámetros físico químicos. Muchas especies se han identificado y son utilizados desde hace muchas décadas atrás como indicadores ecológicos de un sistema, para encontrar la presencia de sustancias tóxicas. A estas especies se les denomina como bioindicadores (Preston, 1948).

2.3. Fundamento teórico

2.3.1. Cabecera de cuenca

Una cabecera de cuenca hidrográfica es una unidad grande y natural donde se plasma el ciclo hidrológico en los continentes, siendo el agua el elemento central.

Estas unidades se delimitan de manera cualitativa considerando una línea continua quien vivide a través de los puntos altos como por ejemplo Montañas, colinas o lomas. Siguiendo el curso natural del drenaje, la cuenca hidrográfica está estructurada por una red de cauces o corrientes y a su vez se pueden ordenar y clasificar. Para su clasificación de una cuenca, se utiliza el método de drenaje el cual es universalmente conocido para delimitar unidades y subunidades y que se debería de considerar para una adecuada delimitación de las cabeceras de las cuencas hidrográficas en el país (Calderón, 2010).

2.3.2. Macroinvertebrados acuáticos

Son organismos invertebrados que podemos encontrar dentro de un sistema acuático, estos son visibles al ojo humano, habitan en los ecosistemas acuáticos al menos en una etapa de su ciclo de vida y pueden ser retenidos en una red con un poro igual o menor a las 500 μm (Allan y Catillo, 2007).

Estos organismos son utilizados con mayor frecuencia, para evaluar y determinar la calidad y condiciones ecológicas por varias razones como: ser relativamente sedentarios, presentan ciclos de vida corto, se alimentan de los sedimentos forman parte de alimento de algunos organismos, los materiales para su recolección no requieren de mucho presupuesto económico (Wantzen et al., 2008).

2.3.3. Influencia de factores químicos en la biomasa

La presencia o ausencia de organismos acuáticos invertebrados se da por la variación de concentración iónico de las aguas dulces, podemos encontrar poblaciones abundantes cuando las condiciones son razonablemente cerca de la media. Sin embargo, cuando las variaciones van a los extremos, ya sea por causas naturales o por actividad humana, estas variaciones químicas pueden afectar significativamente las distribuciones de los organismos y la productividad biológica. Por tanto, es fácil encontrar poca presencia de fauna y flora en ecosistemas de ambientes loticos con concentraciones bajos (Bejarano, 2017). Entre lo invertebrados, los crustáceos, moluscos y arundíneos son los menos tolerantes a las variaciones de concentración de iones que los insectos acuáticos. En estudios sobre moluscos se sabe que las especies que habitan aguas blandas reportaron una correlación positiva con la dureza y la riqueza de especies (Lampert y Sommer, 2007). La alcalinidad demuestra como un indicador sobre la productividad en los ecosistemas acuáticos, así mismo influyen de manera positiva para el desarrollo de poblaciones en los cuerpos de agua con mayor valor de alcalinidad (SUNASS, 2004).

2.3.4. Factores que determinan la distribución de los macroinvertebrados acuáticos

La composición de las comunidades de macroinvertebrados es condicionada principalmente por la disponibilidad y calidad del alimento. La temperatura del ambiente acuático, sustratos, tipos de sedimentos, ácidos sulfúricos y la concentración de dióxido de carbono, son factores que determinaran la variación en los ambientes de los sistemas lóticos (Wantzen, 2008)

Por tal razón los factores ambientales determinan sobre la abundancia y distribución de los nutrientes en los sistemas loticos, donde son influenciadas por factores como el sustrato, áreas iluminadas y tipo de río, entre otros.

También existen otros factores de suma importancia que viene hacer la estacionalidad de las descargas hídricas que afecta la estructura y composición de la fauna de los macroinvertebrados, los organismos que allí habitan responden para sobrevivir a una serie de disturbios ocasionados por la disminución de caudal y las inundaciones. Estas variaciones del régimen en los causes influyen, sobre en la diversidad, estabilidad y disponibilidad de ambientes habitables, en la morfología estructura de un río y en la relación espacial de los corrientes de agua con las áreas inundables, distorsionando el caudal longitudinal del sistema fluvial (Paukert y Willis, 2003).

2.3.5. Relación de factores fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados acuáticos

Las características químicas del agua están directamente relacionadas con la capacidad de mantener los solutos, sustancias sólidas y gaseosas en solución, para garantizar el desarrollo de organismos acuáticos (Hawers, 1980).

Por tanto, estos parámetros físicos y químicos del agua son los que determinan las condiciones ambientales, influyen directamente en la diversidad de los macroinvertebrados. El pH, dureza cálcica, iones, alcalinidad, profundidad, sedimentos, materia orgánica y contaminantes son los factores que determinan la presencia, composición y abundancias de organismos macroinvertebrados en un sistema acuático (Roldan, 2008).

Siendo los sistemas loticos con grandes diferencias en cuanto a sus dinámicas, las características del flujo direccional corriente y la velocidad de la corriente también dependen de atributos a los cuales las comunidades tienen que adaptarse, los factores fisicoquímicos son los responsables y determinantes para la presencia de comunidades de macroinvertebrados acuáticos (Elosegi y Sabater, 2009).

En cuanto a factores como la turbiedad, el color y los sólidos suspendidos en un sistema lotico, afectan directamente a los organismos que demandan directamente de plantas para su alimentación, en vista que estos factores reducen el ingreso de los rayos solares reduciendo la producción primaria, así mismo la turbiedad afecta la relación entre depredador y presa. La temperatura es otro factor que tiene una relación directa con la eclosión de los huevos, colonización y acelera los ciclos de vida de los insectos incrementando un riesgo, hay macroinvertebrados que son buenos tolerantes a la misma. La toxicidad favorece el aumento de la población de ciertos organismos tolerantes a estos factores y por tanto disminuye la diversidad, esto repercute en la competencia y la depredación. Adicionalmente, la salinidad en ciertas concentraciones es una variable de toxicidad, al igual que el pH comportándose como un factor secundario de toxicidad (Elosegi y Sabater, 2009).

Otro de los factores que más se estudia y es muy determinante es la materia orgánica, ya que esta desestabiliza por completo el equilibrio de un sistema, ya que demanda oxígeno para la respiración microbiana causa el agotamiento de oxígeno disuelto en el agua, reduciendo especies que no toleran a este factor (Elosegi y Sabater, 2009).

2.3.6. Los macroinvertebrados en los habitas loticos

Los ambientes loticos comprenden a los cuerpos de aguas continentales, los que agrupan a los ríos, quebradas y riachuelos, donde los macroinvertebrados en aguas corrientes son mínimas en los rápidos en comparación a los remansos y a las orillas. Las corrientes generan zonas de erosión donde las velocidades del agua son suficientes para arrastrar material particulado en suspensión y desprender partículas. Estos ambientes en los sistemas fluviales presentan los rápidos donde hay presencia de rocas, piedras, arena y cantos rodados, los que proporcionan hábitat para el desarrollo de diversas especies netamente adaptados morfológicamente para desarrollarse (Gillott, 2012).

Así mismo, en las corrientes se puede encontrar hábitat donde la velocidad del agua es baja con características como sedimentos de materia orgánica, fango, arenas y limo, para la presencia de ciertas especies que se desarrollan exitosamente y con poblaciones altas (Gillott, 2005).

Por tanto, los fondos cubiertos de grava, piedras y cantos rodados albergan una mayor variedad de grupos. En cambio, los lechos donde se acumulan partículas de menor tamaño (limos, arenas) son menos estables y la difusión de oxígeno es

muy limitada. Hay especies que viven y requieren alimentarse de la madera en descomposición, especialmente en las cabeceras de ríos con riberas forestadas. Los sustratos como musgos y macrofitas ofrecen hábitat ya sea a través de espacios, galerías y superficies para la presencia de organismos (Costa y Simonka, 2006).

Estas diversidades sobre la ocupación de espacios, obedece a las variadas estrategias de aprovechamiento de los recursos. Se sabe que los macroinvertebrados responden a diversas estrategias de alimentación. Pueden alimentarse de detritus orgánicos como hojarasca, fitoplancton y otros organismos. La disponibilidad de alimentos depende de las dimensiones de un río, del tipo de sustrato o la presencia de bosques ribereños, los ríos que presentan mayor iluminación aumentan la producción primaria. En arroyos con presencia de bosque ribereños, la hojarasca es la principal fuente de nutrientes. Las hojas que caen al río también son hábitat para algunos organismos (hongos y bacterias), que aumentan el valor nutritivo de la materia orgánica. Estos materiales en descomposición son utilizados por los invertebrados como insectos o crustáceos, de manera sucesiva hasta su agotamiento (Costa y Simonka, 2006)

2.3.7. Órdenes principales que componen la comunidad macroinvertebrada acuática

Los principales órdenes que componen la comunidad macroinvertebrada que son los más frecuentes son:

a) Plecóptera

Esta orden tiene un aproximado de dos mil especies reportados en el mundo, cuyas náyades (estados juveniles) son estrictamente bentónicos (asociados a piedras y fondo de cuerpos hídricos), se desarrollan en cuerpos considerados de alta calidad ambiental, donde sus aguas tienen alto contenido de oxígeno. Los estadios juveniles presentan cuerpos alargados, las patas terminan en dos uñas, tienen branquias en el cuerpo, son carnívoros o detritívoros sin embargo algunas especies principalmente se alimentan del perifitón. Mayormente las Plecópteras son sedentarias y no tienen mucha capacidad de nadar, pasando el mayor tiempo en los sustratos y debajo de las rocas, están adaptadas para habitar las zonas de rápidos gracias a sus adaptaciones morfológicas, como un cuerpo aplanado dorsoventralmente y presencia de dos uñas en las patas que garantizan un agarre a las superficies. Los estados inmaduros de esta orden

requieren de aguas con alta concentración de oxígeno, así mismo con poca contaminación y ocasionalmente es posible encontrarlos en lagos de aguas con temperatura baja con mínimo de oleaje, por tanto, a todas las especies se les considera como estenos, por la tal razón, las náyades de las Plecópteras están consideradas como bio indicadores de aguas limpias (Gullan y Cranston, 2010).

b) Ephemeroptera

A nivel mundial esta orden tiene registrado aproximadamente 300 géneros y 4 000 especies, para Sudamérica se tiene reportado alrededor de 376 especies, clasificados en 91 géneros y 13 familias, siendo las familias más diversas y representativas la Leptophlebiidae y Baetidae (Domínguez-Fernández, 2009). Las Ephemeropteras tienen náyades que se caracterizan por tener formas alargadas, generalmente con dos cercos y un filamento caudal medio, en los segmentos abdominales presentan branquias y una sola uña en las patas. Los estados inmaduros de esta orden son estrictamente acuáticos, estas habitan generalmente las corrientes de agua, sin embargo, hay especies de aguas lénticas, sin embargo, los estados adultos son netamente terrestres y viven por un corto tiempo necesario para garantizar su reproducción (1 a 3 días) (Gullan y Cranston, 2010).

c) Díptera

Esta orden es muy diversa existen especies que son netamente terrestres y del cual el 50% de ellas tienen estrecha relación con el agua, Las larvas de esta orden están presentes en diversos hábitats, como aguas estancadas, aguas corrientes, materia orgánica en descomposición, etc., por tanto, son de gran importancia en los ecosistemas en los que se desarrollan (Lampert, 2007). Así mismo el requerimiento de alimentos que utilizan es muy variado, siendo detritus finos y microorganismos, insectos, vertebrados, plantas, madera en descomposición, además las preferencias y hábitos de algunas larvas varían con la edad y la estación del año. Esta orden se desarrolla en múltiples hábitats así podemos encontrar representantes en cuerpos de aguas con buena calidad, y otros presentes en aguas con alto contenido de materia orgánica y en descomposición (aguas servidas) como algunas especies de la familia Chironomidae (Domínguez y Fernández, 2009).

d) Trichoptera

Esta orden en América del sur presenta 1 100 especies registradas, por lo que se considera una orden muy diversa en cuerpos de agua dulce, comúnmente se

les denomina “frigáneas” o “polillas de agua”. Esta orden en sus etapas larvales es netamente bentónica donde una de las características morfológicas es principalmente la presencia de glándulas labiales secretoras de seda, con el cual poder fabricar sus habitáculos con el uso de materiales como ramas, hojas, arena y otros disponibles. Así mismo habitan diversos espacios como plantas acuáticas, rocas, arena, a través de sus adaptaciones, por otra parte, las especies de este grupo son intolerantes a la baja concentración de oxígeno y a la presencia de materia orgánica (Thorp y Covich, 2010).

Las especies de la orden Trichoptera, no son tolerantes a pH ácido (entre 1 - 6), por ello, son los primeros en desaparecer cuando un sistema acuático empieza a acidificarse. Por otra parte, tiene preferencia a hábitats con aguas con fuertes corrientes, el cual refleja el requerimiento de aguas con mayor oxígeno (Thorp y Covich, 2010).

e) Coleóptera

La orden Coleóptera tiene un mayor número de especies que comprende alrededor de 5 000 especies en ambientes acuáticos, está considerado como un grupo importante de artrópodos de corrientes de agua dulce. Es un grupo diverso que abarca un amplio espectro de espacios acuáticos, incluyendo sistemas de aguas corrientes rápidas, corrientes frías, aguas estancadas de estuarios y ciénagas, aguas salobres, y costas rocosas, Gullan (2010). Esta orden es muy importante en la cadena trófica acuática ya que un gran número de estos constituye como alimento de peces y aves acuáticas. La mayoría de especies tienen hábitos alimenticios netamente predadores, son excepcionalmente importantes en los ecosistemas de agua corrientes, especialmente en estanques (Margalef, 1983).

2.3.8. Calidad fisicoquímica del agua

Elosegi y Sabater (2009). Mencionan que las características físicas y químicas del agua es un factor fundamental en los ambientes acuáticos. La composición del agua, componentes principales y en componentes mínimos, refleja su origen y su recorrido, además de determinar sus características y abundancia de macroinvertebrados y el funcionamiento del ecosistema acuático fluvial USGS (2017). Desde un punto de vista de su aplicación, las características químicas de un cuerpo de agua determinan los usos a que se puede destinar, y la perturbación de ríos y cuerpos de agua, es un tema muy preocupante para los gobiernos de turno, así mismo acarrea graves problemas de índole ambiental,

sanitario y social. por tanto, es importante resaltar que estas características tienen influencias temporales y espaciales, por tanto, las características del río a medida que presentan variaciones, lo mismo pasa en cuanto a los meses donde también hay variación como también por la influencia de actividades aledañas, estaciones del año y la precipitación para que puedan darse ciertas características del agua e los sistemas acuáticos (Cole, 1988).

a) Temperatura

La temperatura factor que ejerce una gran influencia en la actividad y el crecimiento biológico de los organismos; condiciona los tipos de organismos que pueden vivir en ríos y lagos. Los peces, el zooplancton, el fitoplancton, los insectos, y otras especies acuáticas tienen un rango de temperatura óptimo, a medida que las temperaturas varían por encima o por debajo de un rango preferido, la abundancia de individuos de una especie disminuye hasta que finalmente desaparecen. También influye en la característica química del agua, pues la tasa de reacciones químicas generalmente aumenta cuando aumenta la temperatura. La temperatura del agua de la corriente puede afectar la vida acuática, el oxígeno disuelto en el agua disminuye sustancialmente cuando la temperatura es alta, por tanto, condiciona la vida de algunas especies, como también pueden generar reacciones químicas haciendo tóxico el ambiente y limitar la presencia de organismos (SUNASS, 2004).

b) Conductividad eléctrica

Es la capacidad del agua de conducir corriente eléctrica, esta condición se da por la presencia de iones totales disueltos en el agua, de su movilidad, de su carga o valencia y de las concentraciones relativas. Estos factores determinan el comportamiento de los iones en una solución, las atracciones y repulsiones, aquellos efectos se expresan a través de un parámetro conocido como Fuerza Iónica de la solución (μ). La conductividad eléctrica a través de soluciones los ácidos, bases y sales inorgánicas son relativamente altas. En cambio, sucede lo contrario con las soluciones acuosas de solutos orgánicos, porque no se disocian en el agua (Triplehorn et al., 2005). Por tanto, las soluciones acuosas con mayor concentración de sales disueltas, presenta mayor conductividad eléctrica (USGS, 2017). La conductividad es un parámetro muy dependiente del cambio de temperatura puesto que el aumento en ella hace que cambie la cantidad de iones donde el aumento en un grado centígrado aumenta en un 3% la concentración de un ión (Cole, 1988).

c) Sólidos totales disueltos (STD)

Comprende a la suma total de los metales, sales, minerales, cationes o aniones disueltos en el agua. Es decir, comprenderá todo elemento disuelto en el agua que no sea (H_2O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión Cole (1988). El potasio, calcio, fosfatos, sodio, cloruro y nitratos son los elementos más comunes que podemos encontrar como componentes de los nutrientes, la variación fluvial y las escorrentías, los sólidos disueltos totales aumentan la capacidad de conducir corriente eléctrica por tanto se puede emplear para determinar las características del agua a través de sus componentes químicos disueltos (Cole, 1988) y (SUNASS, 2004).

d. pH

El pH determina la característica de ácido o básico de una solución, es la medida numérica de concentración molar del ion hidrogenión en un medio acuoso. Los conceptos de pH, alcalinidad y acidez se relacionan mutuamente debido a que el pH de la muestra se utiliza como criterio para determinar si la capacidad amortiguadora de la solución que ha de medir en función de su acidez o en función de su alcalinidad; en este sentido los conceptos de pH, acidez y alcalinidad se asemejan mucho a los de calor y temperatura. Los valores de pH en un agua natural son estrictos por las reacciones de iones H^+ proveniente de la disociación de H_2CO_3 y los iones OH^- como consecuencia de la hidrólisis de los bicarbonatos. El agua natural presenta un pH entre 2 a 12, los valores por debajo de 4 podemos encontrar en áreas volcánicas que reciben ácidos minerales fuertes, como también por la oxidación de arcilla y piritas. Así mismo los valores de pH son bajas cuando hay mayor concentración de materia orgánica disuelta (Costa, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de la zona de estudio

El trabajo de investigación se realizó en los tramos de tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes ubicados en el distrito de Acocro – Huamanga.

3.1.1. Localización política

Departamento: Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Acocro

Lugar : Río Watayqucha-Matará

: Río Yanawanku

: Río Challwamayú

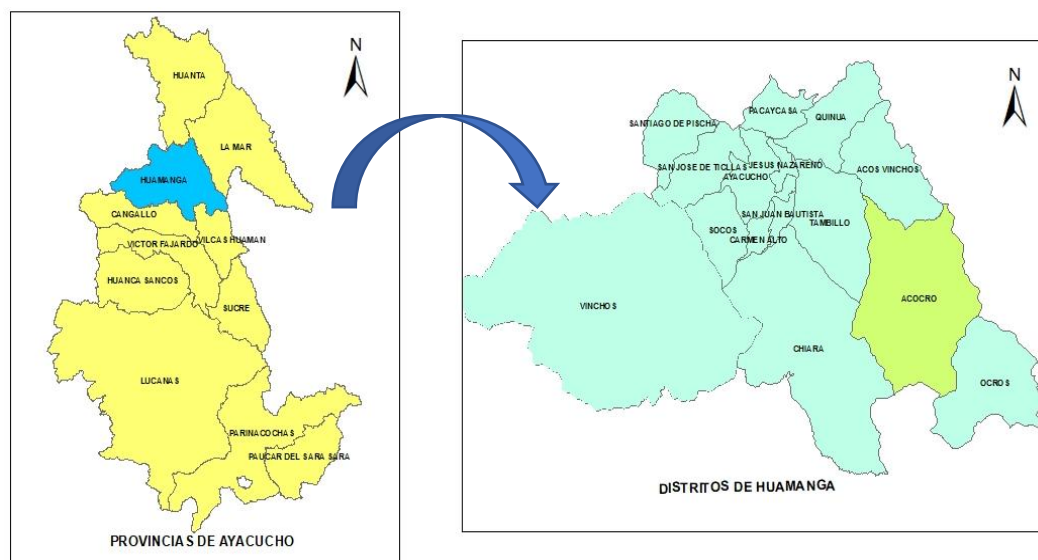


Figura 1. Mapa de ubicación geopolítica de la zona de estudio.

3.1.2. Localización geográfica

Geográficamente las ocho zonas de muestreo (tres zonas en el río Watayqucha-Matará, tres zonas en el río Yanawanku y dos zonas en el río Challwamayú),

están ubicadas y referenciadas mediante el sistema de coordenadas proyectada Universal Transversal de Mercator (UTM):

Tabla 1. Ubicación geográfica (UTM) de las zonas de muestreo en los cursos de los ríos Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamayú, distrito Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Zona de muestreo	Longitud (m)	latitud(m)	Altitud (msnm)	Río
H I	8518801,00	611647,00	4022	Watayqucha
H II	8526434,00	610748,00	3475	Watayqucha
H III	8530593,80	608790,80	3240	Watayqucha
Y I	8516529,00	604659,00	4042	Yanawanku
Y II	8524535,00	607046,00	3535	Yanawanku
Y III	8528703,00	606903,00	3315	Yanawanku
CH I	8528498,00	606675,00	3322	Challwamayú
CH II	8531424,74	609167,92	3190	Challwamayú

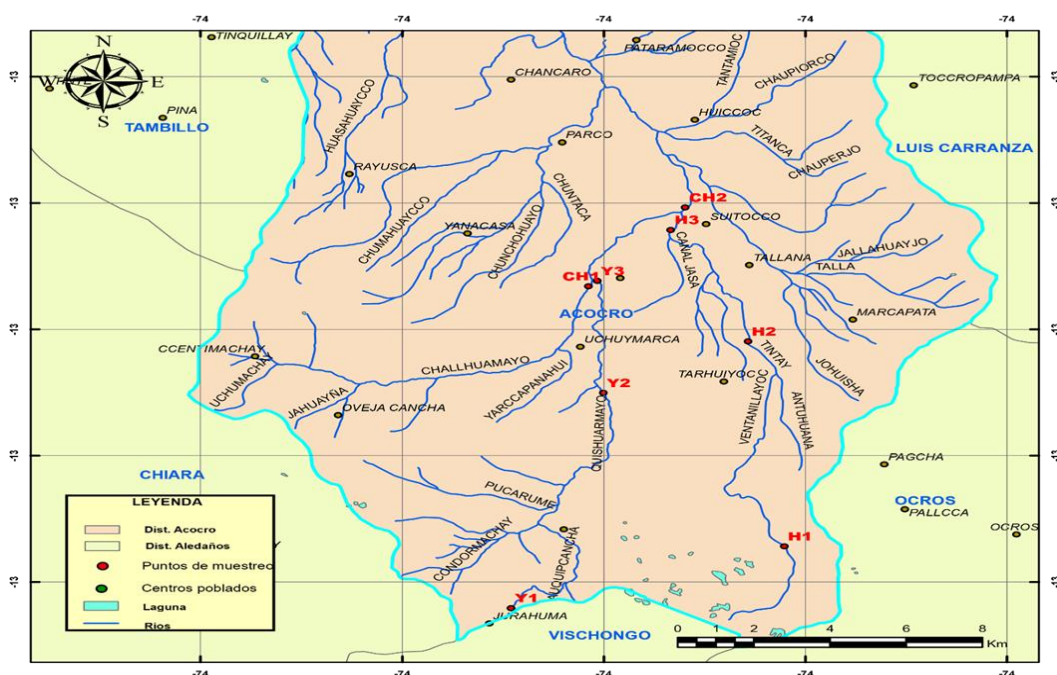


Figura 2. Mapa de ubicación de las ocho zonas de muestreo en los tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Ayacucho 2021.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos de los ambientes lóticos de los ríos tributarios de las cabeceras de la microcuenca Yucaes, ubicados a una

altitud que comprenden desde 3190 m.s.n.m. y 4200 m.s.n.m. en la localidad de Acocro, Ayacucho.

3.2.2. Muestra

Comprendió 40 muestras de organismos macroinvertebrados acuáticos recolectados en las ocho zonas de muestreo, recolectados durante los meses de octubre de 2020 a febrero de 2021, ubicados en tres ambientes lóticos de la cabecera de cuenca del río Yucaes, distribuidos de la siguiente manera:

Río Watayqucha – Matará : 15 muestras

Río Yanawanku : 15 muestras

Río Challwamayú : 10 muestras

3.2.3. Muestreo

El muestreo comprendió dos fases:

La primera fase fue determinar la ubicación de las ocho zonas para el muestreo en los cursos de los ríos Watayqucha–Matará, Yanawanku y Challwamayú, considerando que dichos ríos son los principales contribuyentes de la cabecera de la microcuenca Yucaes.

En una segunda fase, se realizó la colecta de muestras biológicas en las zonas establecidas, mediante un muestreo aleatorio simple, para el cual se realizaron cinco capturas en diferentes hábitats (colectas multihábitat), en un transecto de cinco metros aguas arriba.

3.2.4. Unidad de observación

Comprendió los especímenes de macroinvertebrados acuáticos colectados en las ocho zonas de muestreo de los tres ríos en estudio.

Determinación en campo los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, Conductividad y Sólidos Totales Disueltos) empleando el método electrométrico, con el uso de un equipo multiparamétrico HANNA HI-98129.

3.2.5. Metodología y recolección de datos

a. Ubicación de las zonas de muestreo

El presente estudio se realizó en los ríos Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamayú, ubicados en la cabecera del micro cuenca de Yucaes, donde se determinó ocho zonas de muestreo de acuerdo con el siguiente detalle:

a) Río Watayqucha – Matará

En este río se ubicaron tres zonas de muestreo:

- Zona HI, ubicada en la naciente del río a 4 022 msnm, esta zona se caracteriza por estar rodeada de vegetación de pajonal de puna donde predomina las gramíneas principalmente *Stipa ichu*.

- Zona HII, ubicada en la zona media del río a una altitud de 3 475 msnm, esta zona se caracteriza por la presencia de bosque ribereño con predominancia de las especies *Escallonia resinosa* y *Alnus acuminata*.
- Zona HIII, ubicada en el tramo final del río a una altitud de 3 240 msnm, a 100 metros de la unión con el río Challwamayú. Esta zona se caracteriza por ser quebrada y bosque ribereño con predominancia de *Alnus acuminata*.

b) Río Yanawanku

- Zona YI, ubicada en el nacimiento del río mencionado a 4 042 msnm, Esta zona se caracteriza por presentar una vegetación característica de pajonal de puna con predominancia de *Stipa ichu*.
- Zona YII, ubicada en la zona media del río a una altitud de 3 535 msnm, dicho punto presenta un paisaje con bosque ribereño con predominancia de *Alnus acuminata*.
- Zona YIII, ubicada en el tramo final del río a una altitud de 3 315 msnm a 200 metros de la unión con el río Challwamayú. Esta zona presenta bosque ribereño con especies predominantes como el *Alnus acuminata* y *Spartium junceum*.

c) Río Challwamayú

- Zona CHI, ubicada en la zona media del río a una altitud de 3 322 msnm, esta zona se caracteriza por presentar bosque ribereño con predominancia de *Alnus acuminata* y *Escallonia resinosa*.
- Zona CHII, ubicada a 500 metros de la intersección con el río Watayqucha-Matara a una altitud de 3 190 msnm, determinado como el punto más bajo de muestreo. Esta zona presenta bosques ribereños y la presencia de especies como el *Alnus acuminata*, *Opuntia megacantha* y *Spartium junceum*.

3.2.6. Obtención de muestras de macroinvertebrados

Las muestras se obtuvieron de las ocho zonas de muestreo de los tres ríos de la cabecera de la micro cuenca Yucaes, donde se colectaron mediante un muestreo aleatorio simple, con cinco capturas como submuestras, que consistió en abarcar cinco metros río arriba desde el punto de muestreo establecido.

Las tomas de muestra se realizaron mensualmente, desde el mes de octubre de 2020 hasta el mes de febrero de 2021, estas colectas se realizaron con el empleo de una red Surber con un área de captura de 30 x 40 cm (1 200 cm²) y con una luz de malla de 0,5 mm.

La recolección de organismos acuáticos (macroinvertebrados) en cada punto de muestreo, comprendió de cinco capturas como sub muestras, estas capturas se realizaron en los diferentes hábitats dentro del cauce del río. Una vez finalizado la recolección, estas se almacenaron en bolsas de polietileno en el cual se añadió alcohol medicinal de 70° para su conservación de los organismos colectados. Seguidamente estas muestras colectadas fueron rotuladas de acuerdo a la zona y fecha de muestreo, posteriormente internados en el Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para su procesamiento e identificación.

3.2.7. Medición de parámetros fisicoquímicos de agua

Para determinar la calidad fisicoquímica del agua, los trabajos de medición se realizaron en campo en las zonas de muestreo con el empleo de un multiparámetro HANNA HI-98129, mediante el método fotométrico registrando los resultados en un cuaderno, las variables evaluadas fueron las siguientes:

Tabla 2. Métodos para la caracterización fisicoquímica del agua. Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento (SUNASS).

Parámetro	Unidad	Método
Temperatura	°C	Fotométrico
Conductividad eléctrica	µm/cm	Fotométrico
pH		Fotométrico
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Fotométrico

3.2.8. Selección de las muestras

Las muestras de macroinvertebrados obtenidas y preservadas que se recolectaron durante los meses de muestreo, pasaron a ser separados del resto del material colectado no deseados como restos vegetales, fango, tierra, arena y otros, en una bandeja de plástico con el uso de colador y agua corriente, hacia un recipiente por cada zona de muestreo. Posteriormente se clasificaron los organismos considerando sus características morfológicas, empleando una lupa y pinza, estas muestras se depositaron en viales a los cuales se le añadió alcohol al 70° para poder preservar las muestras de los macroinvertebrados.

3.2.9. Identificación de los macroinvertebrados

Los organismos una vez separados según su morfotipo y depositados en viales, en seguida fueron examinados con la utilización de un estereoscopio y

microscopio con el cual se logró visualizar las características morfológicas principales y exclusivos que garanticen para una correcta identificación taxonómica. Para lo cual se utilizó las claves taxonómicas propuestas por (Roldan, 1988), (Domínguez y Fernández, 2009) y (Throp y Covich, 2010). Estas muestras ya identificadas fueron dispuestas en recipientes (tubos de ensayo) considerando una adecuada identificación taxonómica y preservados con alcohol a 70°, para luego ser incorporados a la colecta del laboratorio.

3.2.10. Determinación de la abundancia

Para poder determinar la abundancia, se realizó el conteo de los especímenes seleccionados por categoría taxonómica (familia o género) y por cada punto de muestreo, con estos resultados se estimó la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos en términos de porcentaje, considerando el total como el 100% de los organismos recolectados en los ríos, durante los meses y zonas de muestreo.

3.3. Análisis de datos

Con los datos obtenidos, se construyó una base de datos en el software Excel 2010, luego se procesó y analizó con SPSS 25, InfoStat 2019e y PAST 2,8. Con el objetivo de comparar abundancias de la comunidad macroinvertebrada acuática según las zonas de muestreo, ríos y meses de muestreo, además se realizaron los siguientes análisis:

Prueba de Kruskal-Wallis, para poder determinar el índice de similitud durante los meses de muestreo. Se empleó el índice de similitud de Bray-Curtis debido a que los datos obtenidos no presentaron distribución normal, para lo cual primero se empleó la prueba de Shapiro-Wilks, para todas las pruebas se trabajó con una confianza del 95% ($\alpha=0,05$).

IV. RESULTADOS

Tabla 3. Composición y abundancia total de macroinvertebrados colectados en los sistemas fluviales de tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Clase	Orden	Familia	Género	Ríos			
				Yana wanku	Watayqucha Matará	Chall wamayu	
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Andesiops	310	416	663	
		Baetidae	Baetodes	9	11	15	
		Leptohyphidae	Leptohyphes	0	7	17	
			Leptohyphodes	0	3	49	
		Leptophlebiidae	Meridialaris	3	515	0	
	Odonata	Aeshnidae	Aeshna	1	0	1	
	Plecoptera	Gripopterygidae	Claudioperla	284	1265	13	
	Hemíptera	Corixidae	Ectemnostega	2	0	0	
		Hydrobiosidae	Cailloma	17	29	8	
	Trichoptera	Hydroptilidae	Ochrotrichia	2	0	0	
		Leptoceridae	Nectopsyche	2	29	44	
		Limnephilidae	Antartoecia	0	33	0	
		Polycentropodida	Polycentropus	0	13	0	
		Hydropsychidae	Smicridea	0	0	3	
		Ceratopogonidae	Bezzia	0	4	1	
		Dicrotendipes		200	21	7	
	Diptera	Chironomidae	Alotanypus		137	95	44
			Pentaneura		30	37	14
			Podonomus		4	0	1
			Rheotanytarsus		48	22	8
			Empididae	Chelifera	15	9	9
		Muscidae	Limnophora		3	0	1
			Lispe		4	0	0
			Psychodidae	Clogmia	0	0	1
			Simullidae	Pedrowygomyia	8	83	22
			Tabanidae	Tabanus	5	7	1
		Tipulidae	Limonia		2	0	0
			Molophilus		30	9	101
			Tipula		5	8	5
			Curculionidae		2	1	0
			Coleoptera	Curculionidae	Lancetes	2	0
	Malacostr	Amphipoda	Austrelmis		590	186	168
			Hyaella		54	13	0
Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae	36	2	0	
Clitellata	Lumbricilida	Lumbriculidae	Lumbriculidae	61	37	42	
Rhabdito	Seriata	Planariidae	Planariidae	1	104	7	
Gastropo		Physidae	Physidae	18	38	13	
Gastropo		Planorbidae	Biomphalaria	4	0	0	
Total, géneros (n°)				31	27	26	

Tabla 4. Abundancia relativa de la composición a nivel de género de macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Géneros	Ríos			Total
	Yanawanku	Watayqucha Matará	Challwamayu	
Andesiops	19,01	11,66	52,20	24,55
Claudioperla	15,70	45,62	0,76	23,30
Austrelmis	25,12	6,84	13,94	15,47
Dicotendipes	8,02	6,98	3,40	6,51
Meridialaris	0,22	10,29	0,00	3,94
Alotanypus	8,52	0,73	0,63	3,63
Lumbriculidae	4,01	2,02	3,40	3,14
Molophilus	1,56	0,65	7,91	3,00
Hyaella	5,38	0,75	0,00	2,30
Simuliidae	0,46	2,46	1,84	1,56
Nectopsyche	0,28	1,52	3,15	1,36
Pentaneura	1,56	1,34	0,85	1,30
Rheotanytarsus	1,91	0,83	0,75	1,21
Physidae	1,08	1,64	0,76	1,21
Leptohyphodes	0,00	0,12	4,08	1,07
Planariidae	0,06	2,20	0,44	0,96
Cailloma	1,21	1,54	0,49	0,89
Glossiphoniidae	1,05	0,74	0,00	0,75
Baetodes	0,65	0,66	1,15	0,74
Chelifera	0,86	0,47	0,65	0,66
Leptohyphes	0,00	0,37	1,79	0,59
Tipula	0,50	0,30	0,48	0,42
Antartoecia	0,00	1,58	0,00	0,25
Tabanus	0,23	0,14	0,11	0,17
Polycentropus	0,00	0,43	0,00	0,16
Limnophora	0,34	0,00	0,12	0,16
Curculionidae	0,28	0,06	0,00	0,13
Bezzia	0,00	0,24	0,06	0,11
Lispe	0,20	0,00	0,00	0,07
Limonia	0,19	0,00	0,00	0,07
Podonomus	0,13	0,00	0,08	0,07
Lancetes	0,17	0,00	0,00	0,06
Biomphalaria	0,17	0,00	0,00	0,06
Smicridea	0,00	0,00	0,22	0,05
Aeshna	0,03	0,00	0,07	0,03
Ectemnostega	0,07	0,00	0,00	0,03
Ochrotrichia	0,06	0,00	0,00	0,02
Clogmia	0,00	0,00	0,06	0,01

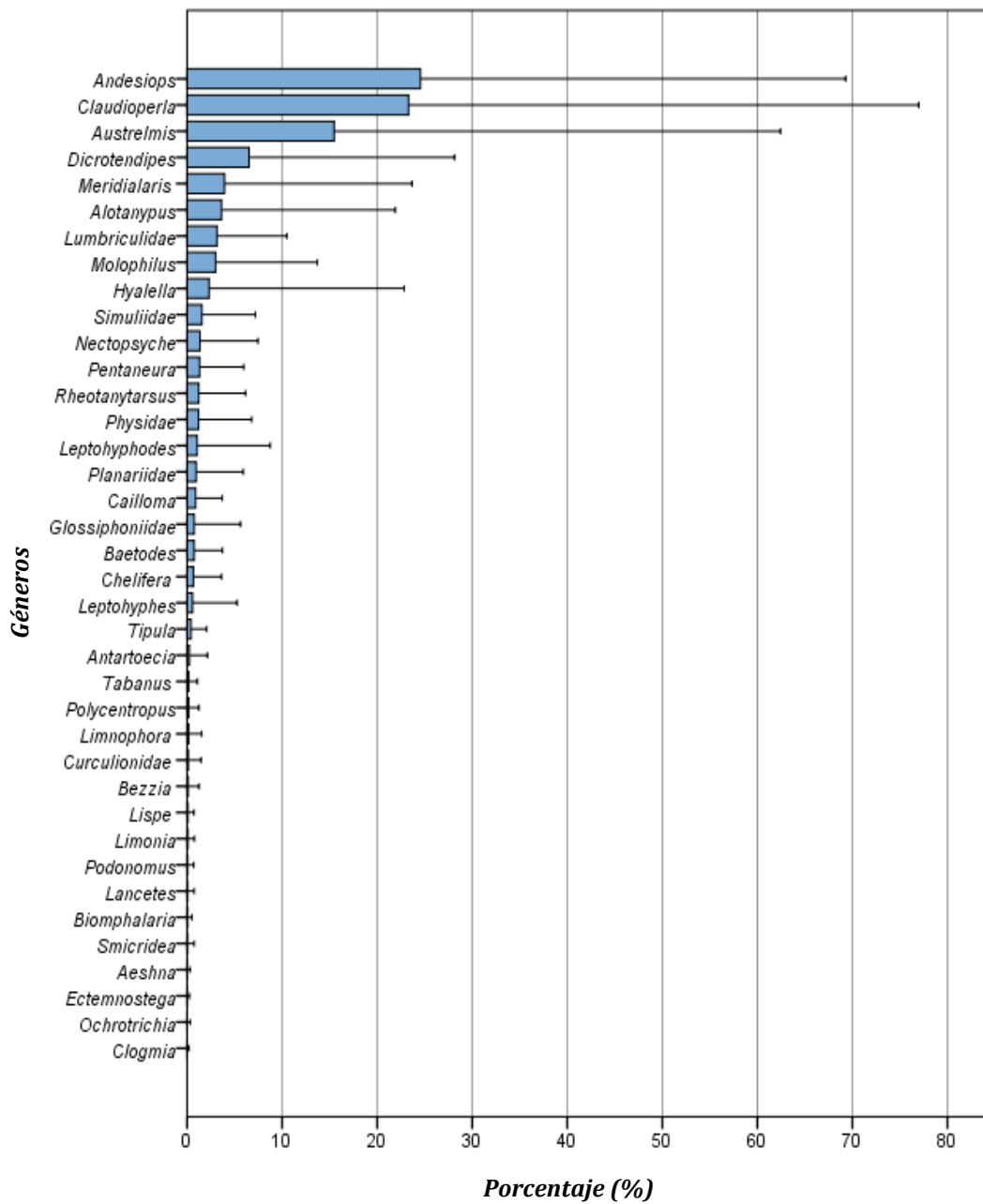


Figura 3. Abundancia relativa (media y desviación típica) de los géneros identificados de los macroinvertebrados de los sistemas fluviales de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Tabla 5. Índices de similitud (Bray-Curtis) de los meses de muestreo sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Mes de muestreo	Oct-20	Nov-20	Dic-20	Ene-21	Feb-21
Oct-20	1,00				
Nov-20	0,88	1,00			
Dic-20	0,75	0,76	1,00		
Ene-21	0,78	0,76	0,85	1,00	
Feb-21	0,65	0,69	0,58	0,54	1,00

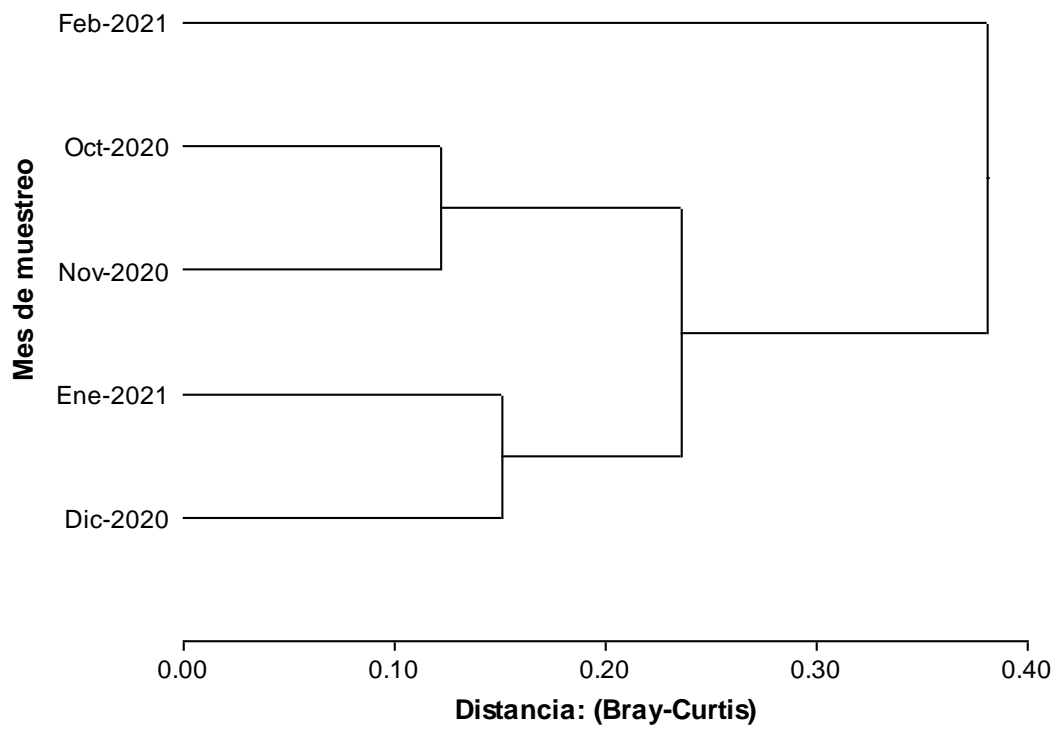


Figura 5. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis de los meses de muestreo sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Tabla 6. Índices de similitud de Bray-Curtis de tres ríos sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Ríos	Yanawanku	Watayqucha - Matará	Challwamayú
Yanawanku	1,00		
Watayqucha	0,44	1,00	
Challwamayú	0,44	0,39	1,00

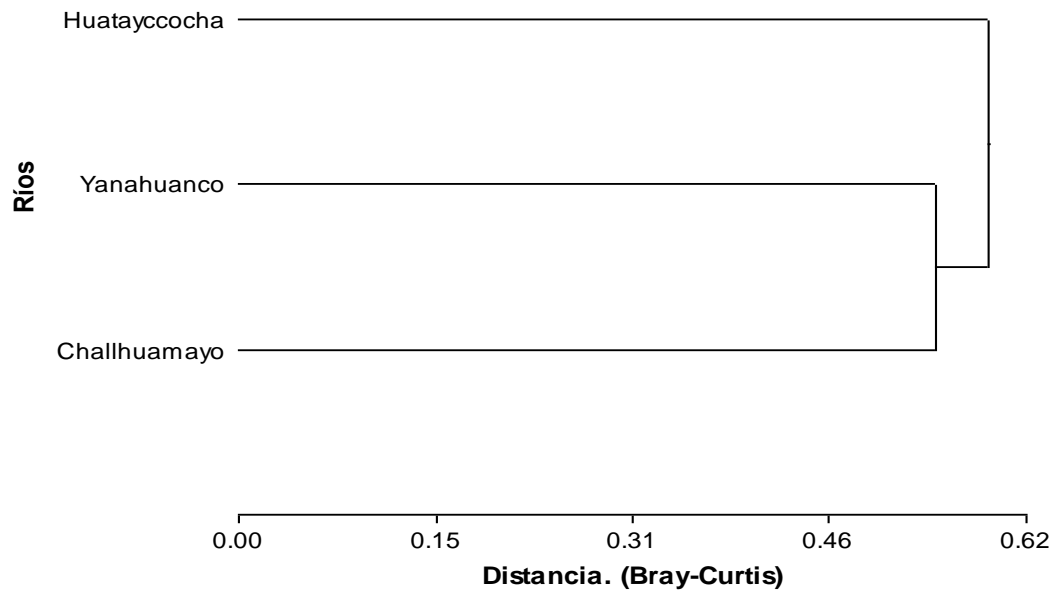


Figura 6. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis de los ríos sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Tabla 7. Índices de similitud de Bray-Curtis en las zonas de muestreo basado en la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Zona de muestreo	Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	Ch1	Ch2
Y1	1,00							
Y2	0,10	1,00						
Y3	0,12	0,53	1,00					
H1	0,12	0,48	0,35	1,00				
H2	0,06	0,61	0,34	0,46	1,00			
H3	0,18	0,61	0,34	0,49	0,70	1,00		
Ch1	0,18	0,36	0,57	0,39	0,28	0,34	1,00	
Ch2	0,16	0,36	0,55	0,36	0,30	0,37	0,79	1,00

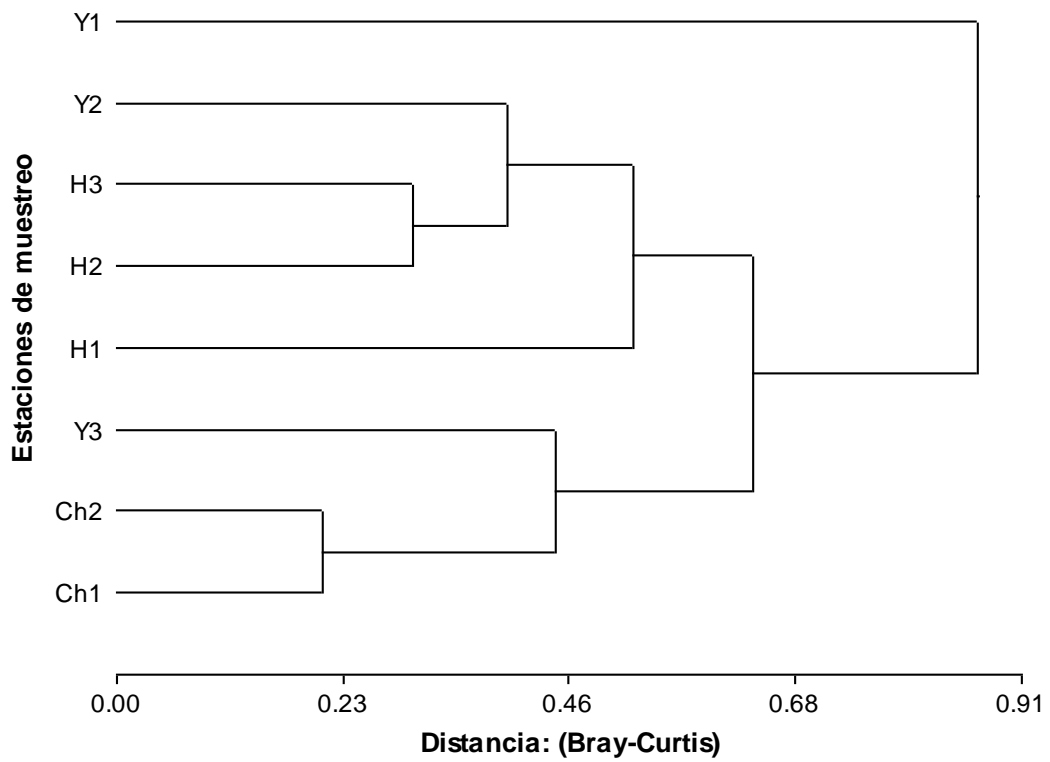


Figura 7. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis de las estaciones de muestreo basado en la composición y abundancia de los macroinvertebrados en tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Tabla 8. Características fisicoquímicas (media y desviación estándar) de las aguas de tres ríos ubicados en la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.

Características fisicoquímicas	Ríos						K-W (p)
	Yanawanku		Watayqucha		Challwamayu		
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	
pH	7,63	0,15	7,66	0,16	7,74	0,18	0,25
Conductividad eléctrica (uS/cm)	765	43	732	94	689	36	0,01
Sólidos disueltos totales (ppm)	387	22	371	48	352	19	0,02
Temperatura (°C)	12,9	2,1	13,0	1,3	15,7	1,7	0,00

K-W (p): Prueba de Kruskal-Wallis.

V. DISCUSIÓN

La composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en los ríos Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamayú en la cabecera del micro cuenca Yucaes, se muestra en la Tabla 3. Se observa que se colectó un total de 6 201 especímenes, distribuidos de la siguiente manera, 3 024 para el río Watayqucha-Matará, 1 920 para Yanawanku y 1 257 para Challwamayú. Se identificó 38 géneros, comprendidos en 29 familias, 13 órdenes y cinco clases (Gastrópoda, Malacostrata, Clitellata, Insecta, y Rhabditophora) de los cuales, 18 géneros fueron comunes en los tres ríos.

La clase Insecta fue la más abundante haciendo el 91,14%, así mismo fue la más diversa con 32 géneros de un total de 38, el cual comprende (82,75%) 24 familias de un total de 29 familias y siete órdenes. En la clase Insecta, las órdenes con mayor cantidad de géneros es la Díptera (15), Trychoptera (6) y Ephemeroptera (5). Por otra parte, se puede decir que el río Yanawanku es la que presenta mayor diversidad con 31 géneros a comparación de los ríos Watayqucha-Matará con 27 y Challwamayú con 26, respectivamente, de la misma manera , se observa que el río Yanawanku también registra seis géneros exclusivos, siendo; *Ectemnostega* (Hemíptera), *Ochrotrichia* (Trychoptera), *Lispe* y *Limonia* del orden (Díptera), *Lancetes* (Coleóptera) y *Biomphalaria* (Pulmonata), y el río Challwamayú tiene dos géneros exclusivos, *Smicredea* (Trychoptera) y *Clogmia* (Díptera) y el Huatayccochoa-Matará presenta dos morfotipo *Polycentropus* (Trychoptera) y *Antartoecia* (Trychoptera) como exclusivos. Los géneros más abundantes fueron *Andesiops* 1532 (24,55%), *Claudioperla* 1389 (23,30%), *Austrelmis* 944 (15,47%), *Dicrotendipes* 497 (6,51%) y los menos a abundantes son *Clogmia* uno (0,01%), *Limonia*, seis (0,07%), *Lancetes*, cinco (0,06%), *Ochrotrichia*, dos (0,02%), y *Aeshna*, dos (0,03%). Mientras tanto las clases Rhabditophora y Anphípoda presentaron un

solo género para cada uno. Este comportamiento muestra la baja riqueza de taxas de macroinvertebrados, pero con mayor número especialmente aquellas poblaciones: *Leptophlebiidae* (Meridialaris), *Gripopterygidae*, *Baetidae* (Andesiops), (Claudioperla), *Simuliidae* y *Chironomidae*, resultados que se debe a factores ambientales y fisicoquímicos el cual demuestra que las variaciones responden a la descarga hidráulica, temperatura, pH, etc. (Domínguez y Fernández, 2009). Así mismo en la figura referida también se observa sobre la abundancia de géneros para cada río; Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamay, encontrándose el 52,2% (*Andesiops*), 45,62% (*Claudioperla*) y 25,12% (*Austrelmis*) respectivamente, esta diferencia de composición responde a las características ambientales como los fisicoquímicos que los ríos presentan con una variación ligera, pero son determinantes lo cual podemos ver en la Tabla 5. Tal patrón es producto de la influencia de muchos de los factores ambientales, donde describe tales como las características fisicoquímicas del agua de los cuerpos lóticos (Maldonado, 2010). En cuanto al orden más abundante que es Díptera con 18,95%, ya que estos tienen, la capacidad de habitar un amplio rango de micro hábitats que incluyen sustrato; limo, arcilla, fango, roca, sedimentos, grava, canto rodado e incluso plantas acuáticas (Carvacho, 2012). Así mismo, este grupo al ser cosmopolita se encuentra distribuido en hábitats muy diversos, y se registran ríos, riachuelos, arroyos, quebradas, lagos, materiales sumergidos además constituyen uno de los órdenes con mayor complejidad, mayor abundancia y mayor distribución en todo el mundo (Gobierno de España, 2009). Estos resultados también encontramos en los trabajos de investigación similar, como el estudio para evaluar la presencia de macroinvertebrados bentónicos altoandinos, de los ríos de Rímac y Mantaro, analizando los valores de riqueza y abundancia, donde halló al Phylum Artrópoda con mayor riqueza y abundancia de organismos (31 taxas y 6524 especímenes), el Phylum Anélida (cinco taxas y 417 especímenes) (Velásquez, 2015). Así mismo Ayala (2017), realizó un estudio sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos en los ríos Macro y Pampas. Reportando 41 géneros perteneciente a 28 familias, 13 órdenes y cinco clases. En la figura 2, con respecto a la abundancia relativa de los ríos Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamay de la cabecera de la micro cuenca de Yucaes se observa que presentan una mínima variación de características y composición en cuanto a la evaluación general, hay mayor abundancia en en

algunos géneros, siendo diferentes para cada río de la siguiente manera se tiene el *Andesiops* (Ephemeroptera), el cual es el más abundante en el río Challwamayú con 52,20 %, en Yanawanku 19,01% y Huatayccochoa-Matará con el 11,66%. Así mismo tenemos al *Claudioperla* (Plecóptera) con un 45,62 % para el río Watayqucha-Matará, Yanawanku con 15,70 % y Challwamayú con 1,23 %. Otro morfotipo es el *Austrelmis* (Coleóptera) con 25,12% para el río Yanawanku, 13,94 % para el río de Challwamayú y 6,84 % en el río Huatayccochoa-Matará. Siendo así estos tres géneros con más abundancia entre los tres ríos en estudio de la cabecera de la microcuenca Yucaes. Nuestros resultados son similares a los mencionados por Vásquez y Reinoso (2012). Donde hallaron que el orden Ephemeroptera es el más representativo con una abundancia de (61,09 %) y riqueza con (11 géneros), seguido por el orden Coleóptera con (13,38 %) y con 12 géneros. Así mismo podemos definir que la calidad ambiental de los sistemas loticos es el principal factor para la abundancia de especímenes como Diptera, Ephemeroptera y Trichoptera, siendo estos indicadores para una calidad de agua “aceptable”, es decir agua poco contaminada (Vela, 2018). Por otra parte, se puede observar que la abundancia de organismos representativos es significativa, mientras tanto los organismos del orden Diptera, Trichoptera y Ephemeroptera presenta mayor diversidad con lo cual se demuestra que las variaciones ambientales juegan un papel determinante (Mosquera y Córdova, 2015). Así mismo se sabe que los indicadores de riqueza y distribución de la comunidad acuática en la zona de estudio realizado son similares, estos condicionados por factores ambientales y fisicoquímicos (Vela, 2018).

En la Tabla 5, el índice de Bray-Curtis sobre los meses de muestreo de acuerdo a la composición y abundancia en tres ríos de la cabecera de la microcuenca de Yucaes, donde se puede observar valores desde 0,54 a 0,88. Por tanto, los meses tienen cierta similaridad, teniendo un 0,88 entre octubre y noviembre, 0,76 de noviembre a diciembre, 0,85 de diciembre a enero y 0,54 de enero a febrero. Este comportamiento es debido a los factores climáticos, por la presencia de lluvias el cual también determinó la variación del caudal y los valores fisicoquímicos donde los valores de pH aumentaron ligeramente, mientras los valores de STD y conductividad eléctrica disminuyeron. Siendo esta variación factor para que la composición y abundancia de morfotipos para ello podemos citar el estudio donde se determinó la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en ríos altoandinos de Perú y

Ecuador. Señalando que la riqueza de taxas y las variaciones de abundancia muestran características de distribución similar a los otros grupos de taxas, en los gradientes altitudinal y latitudinal (Villamarin, 2008).

En la Tabla 6, muestra la similitud de composición y abundancia basado en el índice de Bray-Curtis de los tres ríos de la cabecera de la microcuenca de Yucaes, donde se puede observar un nivel de similaridad de 0,44 entre los ríos Huatayccochoa-Martará y Yanawanku, debido a que son comunes los géneros *Andesiops*, *Baetodes*, *Cailloma*, *Pentaneura*, *Chelifera*, *Tabanus* y *Physidae*. La similitud entre el río Yanawanku y Challwamayu también de 0,44, teniendo en común a los géneros, *Baetodes*, *Aeshna*, *Nectopsyche*, *Podonomus*, *Chelifera*, *Limnophora*, *Tabanus*, *Tipula*, *Austrelmis*, *Lumbriculidae* y *Planariidae*. Mientras tanto la similitud entre los ríos Huatayccochoa-Martará y Challwamayu es de 0,39, teniendo en común a los géneros, *Baetodes*, *Cailloma*, *Nectopsyche*, *Alotanypus*, *Rheotanytarsus*, *Chelifera*, *Silulidae*, *Tabanus* y *Tipula*. Estas similitudes responden a que los cuerpos de agua evaluados en el presente estudio presentan particularidades de similitud en temperatura, pH, conductividad, STD, altitud y factores ambientales externos que son comunes y propias en cuanto a las características fisicoquímicas del agua, hábitat, factores ligados a las adaptaciones fisiológicas de los organismos, la amplitud del cauce, la corriente del cuerpo de agua y otros (Roldan y Ramírez, 2008). Estas caracterizas que son determinantes para poder observar la presencia de géneros en común para los tres sistemas loticos.

En la Tabla 7, el índice de similitud Bray-Curtis con respecto a los 8 puntos de muestreo sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados en los tres ríos de la cabecera de la microcuenca de Yucaes, donde la similitud para el caso del río Yanawanku es tomando en cuenta el punto Y1 es el más diferente con respecto al punto Y2 y Y3 es de 0,10 y 0,12 respectivamente, sin embargo, la similitud entre el punto Y2 y Y3 es de 0,53. Todo esto responde a la diferencia que hay en la zona Y1, por estar en el nacimiento del río con menor temperatura, mayor altitud y poca vegetación, mientras tanto los puntos Y2 y Y3 tienen características fisicoquímicas y ambientales similares con mayor vegetación y presencia de materia orgánica. Así mismo tenemos para el río Huatayccochoa-Martará la similitud del punto H1 con respecto a las zonas H2 y H3 es 0,46 y 0,49 respectivamente y la similitud entre las zonas H2 y H3 es de 0,70, esta diferencia que se ve en la zona H1 en comparación de H2 y H3 es por factores ambientales

como la vegetación, altitud y factores fisicoquímicos, mientras que los puntos H2 y H3 tienen similitud en cuanto a vegetación, caudal y altitud. Mientras el río Challwamayú la similitud entre los puntos de muestreo CH1 y CH2 es de 0,79. Una similitud baja debido a la variación de altitud, factores fisicoquímicos y características de vegetación. La variación en cuanto a la similitud entre los puntos de muestreo en cada río está marcada por la variabilidad espacial y temporal así mismo a la variación de factores fisicoquímicos; pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, STD y morfométricas: velocidad de corriente, altitud y ancho del cauce, conjuntamente con el muestreo de organismos macroinvertebrados correspondientes a las ocho estaciones de muestreo durante cinco meses. Por tanto, se demuestra que los cambios ambientales determinan los comportamientos de distribución y riqueza de una comunidad acuática (García, 2016).

La Tabla 8, muestra que las características fisicoquímicas promedio del agua registradas en las ocho zonas de muestreo de los tres ríos principales de la zona de estudio. Se observa que los valores de las características fisicoquímicas son diferentes entre los tres ríos, sin embargo, se puede distinguir que el valor de pH es similar y tienden a ser alcalinos siendo para los ríos Yanawanku, Watayqucha-Matará y Challwamayú 7,63, 7,66 y 7,74 respectivamente. Con respecto a la temperatura del agua encontramos un alto valor de en Challwamayú 15,7 °C y menor en Yanahuanco 12,9 °C En cuanto a los valores de conductividad eléctrica encontramos mayor en Yanahuanco con 765 uS/cm y menor en Challwamayú 689 uS/cm, de igual manera los valores de los sólidos totales disueltos son 387, 371 y 352 ppm respectivamente. Teniendo estos resultados podemos decir que estamos frente a ecosistemas lóticos de cabecera de cuenca donde las aguas presentan características ambientales de buena calidad, presentando aguas claras con poca materia orgánica en estado de descomposición por la baja densidad de ganadería y agricultura a los alrededores y especialmente los ríos se encuentran en las alturas de la microcuenca, también la poca distancia de recorrido que tienen estos ríos hacen que los valores de dureza, conductividad eléctrica, alcalinidad, etc. Sean bajos, por el menor tiempo de oportunidad para disolver los sales y minerales del lecho del río (Roldán y Ramírez, 2008). Es así que podemos encontrar la presencia de morfotipos de los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, quienes son buenos indicadores de calidad de agua, donde se registró una mayor

abundancia a las familias Gripopterygidae, Chironomidae y Baetidae, “con la diferencia de Leptophlebiidae y Hydrobiosidae los que son excelentes indicadores de aguas limpias, ya que estos son menos tolerantes a la contaminación orgánica del agua” (Carrasco, 2005). Por tanto, se concluye que la composición y abundancia de los morfotipos entre los riachuelos en estudio, apoyando lo que se ha venido señalando, donde los cuerpos de recurso hídrico evaluados en el presente estudio, poseen particularidades que son comunes y propias respecto a las características fisicoquímicas del agua, hábitat, factores ligados a las adaptaciones fisiológicas de los organismos, la amplitud del cauce, la corriente del cuerpo de agua y otros (Roldan y Ramírez, 2008).

VI. CONCLUSIONES

1. La comunidad de los macroinvertebrados de los tres sistemas loticos estudiados está compuesto por 38 géneros, correspondientes a 29 familias, 13 órdenes y cinco Clases (Clitellata, Rhabditophora, Gastrópoda, Malacostraca y Insecta), de los cuales 18 taxa fueron comunes entre los tres ríos, siendo la clase Insecta con más abundancia 91,14%. Así mismo el río Yanawanku presenta seis géneros exclusivos, mientras que Huatayccochoa-Matará y Challwamayu presenta tres y dos géneros exclusivos, respectivamente.
2. Los géneros; *Andesiops* (Ephemeroptera), *Claudioperla* (Plecoptera) y *Austrelmis* (Coleóptera) fueron los más abundantes en la microcuenca en estudio, representando el 24,55%, 23,30% y 15,47%, respectivamente. *Andesiops* fue más abundante en el río Challwamayu representando el 52,20 %, *Claudioperla* (Plecoptera) con un 45,62% para el río Watayqucha-Matará y *Austrelmis* (Coleóptera) con 25,12% para el río Yanawanku.
3. La similitud mediante el índice de Bray-Curtis fue de 0,44 para los ríos Watayqucha-Martará y Yanawanku, igual valor para Yanawanku y Challwamayu, mientras tanto Watayqucha-Martará y Challwamayu presenta 0,39. Los valores de similaridad son variados, siendo menos significativo entre ríos y mayor entre zonas ubicados en un mismo río. Las similitudes de Bray-Curtis entre los meses de octubre y noviembre fue menor con 0,88. así mismo 0,85 entre diciembre y enero, mientras fue mayor entre noviembre y diciembre con 0,76.
4. El pH del agua tiende a ser básicos en los tres ríos (Yanawanku, Watayqucha-Matara y Challwamayu) con promedios de 7,63, 7,66 y 7,74 respectivamente; mientras que en conductividad eléctrica presentan valores relativamente elevados con promedios de 765, 732 y 689, los valores de los

solitos totales disueltos también son elevados y en cuanto a la temperatura los valores son bajas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer investigaciones sobre macroinvertebrados acuáticos en la región para poder generar una información sobre la distribución de macroinvertebrados acuáticos, información que más adelante sirva como base para otros estudios específicos como calidad de agua.
2. Realizar caracterizaciones taxonómicas hasta identificar especies ya que hay probabilidad de encontrar especies nuevas y exclusivas en la zona de estudio.
3. Realizar estudios de investigación sobre la composición y abundancia de macroinvertebrados en sistemas loticos con relación a factores condicionados por la contaminación a causa de actividades económicas.
4. Realizar trabajos de investigación similares en la cabecera de la microcuenca en los meses que no se consideró en el presente trabajo de investigación.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, M., Aguirre, F., Contreras, M. & Figueroa, A. (2011). Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26045/HUM2-0131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Allan, J. & Catillo, M. (2007). Stream Ecology: Structure and function of running waters. Second edi. 57 p. [https://books.google.com.pe/books?id=4tDNEFcQh7IC&pg=PA10&lpg=PA10&dq=\(Allan,+1995\)&source=bl&ots=CQvlgndkeZ&sig=zFWJAC4fKI9R1N4P_hVlljQ-5G8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi929m8ptPPAhUDXh4KHZbCAU4Q6AEIQjAK#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=4tDNEFcQh7IC&pg=PA10&lpg=PA10&dq=(Allan,+1995)&source=bl&ots=CQvlgndkeZ&sig=zFWJAC4fKI9R1N4P_hVlljQ-5G8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi929m8ptPPAhUDXh4KHZbCAU4Q6AEIQjAK#v=onepage&q&f=false)
- Ayala, L. (2016 - 2017). Comunidad macroinvertebrada y características fisicoquímicas de dos ríos del distrito de Cangallo, Ayacucho 2016-2017. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2858/TESIS%20B829_Aya.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bejarano, A. (2017). Calidad Del Agua De La Microcuenca Del Río Pollo - Distrito De Otuzco, Empleando Macroinvertebrados Acuáticos Como Bioindicadores. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23233/bejarano_ra.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Calderón, M. (2010). Estudio de calidad de agua de formación de los humedales Oña-ñabón-Saraguro-Yacuambi. Proyecto Creación de Capacidades para la Valoración Socioeconómica de Humedales AltoAndinos. Wetlands International / EcoCiencia. Documento sin publicar. Recuperado de http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/una_valoracion_economica_en_bofedales_del_paramo.pdf
- Carrasco, C. (2005). Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la provincia de Huamanga. Repositorio Institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1239>
- Carvacho, C. (2012). Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice milimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limari en Chile. Instituto del Agua, Universidad de Barcelona. <https://core.ac.uk/download/pdf/16207073.pdf>

- Cole, G. (1988). Manual de limnología. Hemisferio Sur. S.A. 405 p.
- Costa, C., Ide, S. & Simonka, C. (2006). Sociedad Entomológica Aragonesa., & Red Iberoamericana de Biogeográfica y Entomológica Sistemática. Insectos inmaduros: Metamorfosis e identificación. Zaragoza [Spain: Sociedad Entomológica Aragonesa. <http://sea-entomologia.org/PDF/M3M5/m3m5.html>
- Custodio, M. & Chanamé, F. (2016). Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú. Scientia Agropecuaria, 7(1), 33-44. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v7n1/a04v7n1.pdf>
- Domínguez, E. Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. 654 p.
- Elosegi, A. & Sabater, S. (2009). Conceptos y técnicas en ecología fluvial. FBBVA. https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2009_conceptos_ecologia_fluvial.pdf
- Escuela de Ciencias del Agua USGS. (2017). Water Properties. <https://water.usgs.gov/gotita/waterproperties.html>
- Figuroa, R., Valdovinos, E., Aranya, 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. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2003000200012
- García, P. Cantera, K, Zuñiga M del C, Montoya, L. (2011). Estructura y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Dagua (Andén Pacífico Vallecaucano-Colombia). <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/2210>
- García, R. (2016). Diversidad de macroinvertebrados bentónico en la cuenca alta del Río Chillón (Lima, Perú) y su uso como indicadores biológicos.
- Gillott, C. (2005). Insects and Humans. En Gillott, C. (Ed). Entomología (pp. 725-776). Springer Science & Business Media.
- Gobierno de España, Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. (2009). Guía de campo: Macroinvertebrados de cuenca del Ebro, España. <http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=27937>
- Guevara, A. (1996). Análisis de las normas de Control de la calidad de las aguas. OPS/CEPIS/96.

- Gullan, P. & Cranston, P. (2010). *The insects and outline of entomology*. Wiley-Blackwell, 4th ed.
- Hawkes, H. (1979). Invertebrates as indicators of river water quality. In A. James & L. Evison (eds), *Biological indicators of water quality*. Wiley, London: 2.1–2.45.
- <https://www.researchgate.net/profile/jose/iannacone/publication/263084090/macroivertebrados-bentonicos-como-indicadores-biologicos-de-la-calidad-de-agua-en-dos-rios-de-Cajamarca-y-Amazonas-Peru.pdf>
- Jacobsen, D., Schultz, R. & Escalada, A. (1997). Structure and diversity of stream invertebrate assemblage: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology*, 38: 247-261.
- Lampert W, Sommer U. *Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams*. OUP Oxford; 2007. 336 p.
- Maldonado, M. (2010). Comportamiento de la vegetación de los bofedales influenciados por las actividades antrópicas. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7400>
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. 1° ed. Barcelona, España: Ediciones Omega, S.A. 1010 p.
- Molina, C., Gibson, 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(2,2): 105-116. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a13v7n1-2.pdf>
- Mora, A. y Soler, S. (1993). Estudio limnológico, con énfasis en los macroinvertebrados bentónicos de la parte alta del río Bogotá (Quebrada del Valle, Planta de tratamiento de Tibitó). (Tesis Biólogo). Bogotá: Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia.
- Mosquera, Z., & Córdoba, K. (2015). Caracterización de la entomofauna acuática en cuatro quebradas de la cuenca del río San Juan, Chocó, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(150), 67-76. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v39n150/v39n150a07.pdf>
- Ordoñez, J. (2011). "Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral del Recurso Hídrico". ¿Qué es cuenca hidrológica?

https://www.academia.edu/38569747/_Contribuyendo_al_desarrollo_de_una_Cultura_del_Agua_y_la_Gesti%C3%B3n_Integral_del_Recurso_H%C3%ADrico_QU%C3%89_ES_CUENCA_HIDR%C3%93LOGICA_QU%C3%89_ES_CUENCA_HIDR%C3%93LOGICA

- Oscoz, J., Galicia, D., Miranda, R. (2011). Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain. Springer Science & Business Media. 174 p.
- Palomino, L. (2013). Calidad ambiental de las aguas del río Apacheta y sus principales tributarios. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1687/TESIS%20B750_Pal.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paredes, C., Lannacone, J. & Alvaríño, L. (2004). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú.
- Paukert, C. & Willis D. (2003). Aquatic Invertebrate Assamblages in Shallow Prairie Lakes: fish and enviromental influences. *Journal of Freshw Ecology*. 18(4), 523-533.
- Preston, F. (1948). The commonness, and rarity, of species. *Ecology*. Volume 29, 254-283. https://www.bgu.ac.il/desert_agriculture/Vegecology/Papers/Preston48.pdf
- Roldán, G. (1988). Guía Para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá FEN-Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, 529 p.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de la limnología neotropical (segunda ed.). Bogotá-Colombia. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; Universidad Católica de Oriente. 442 pp. <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0742.%20Fundamentos%20de%20limnolog%C3%ADa%20neotropical.pdf>
- SUNASS, (2004). La calidad de agua potable. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Jica-2004.pdf>
- Thorp, J.& Covich, A. (2010). Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press. 1037 p.
- Tierno de Figueroa J. M. Sistemas, Lóticos Available from:<http://ecologia.ugr.es/pages/docencia/posgrado/idea/gd16sistemasloticos/%2>

- Triplehorn, C. Johnson, N. & Borror, D. (2005). Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Belmont, CA: Thompson Brooks/Cole.
- Vásquez, J., Reinoso, G. (2012). Estructura de la fauna béntica en corrientes de los Andes colombianos. *Rev. Colombiana de Entomología*. 38 (2):351-8. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v38n2/v38n2a30.pdf>
- Vela, C. (2018). Patrones de distribución de macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad ecológica del agua en la microcuenca del río Ventilla, Chachapoyas, Amazonas, 2018. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1492>
- Velásquez, M. (2015). Macroinvertebrados Bentónicos Como Bioindicadores de Calidad de Agua En Lagunas de La Cabecera de Cuenca del Río Rímac y Cuenca Del Mantaro de la Región Central del Perú. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3137>
- Villamarín, C. (2006 – 2008). Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos del Ecuador y Perú. Diseño de un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos. https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/83923/CPVF_TESIS.pdf
- Wallace, J. & Webster, J. (1996). The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 41: 115-139 p.
- Wantzen, K., Rothhaupt, K., Mörtl, M. Cantonati, M., Tóth, L. & Fischer, P. (2008). Ecological effects of water-level fluctuations in lakes: an urgent issue. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-9192-6_1

ANEXOS

Anexo 1. Test de Shapiro wilks. Se utilizó el para contrastar que la población este normalmente distribuida.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p
Ande	40	34,73	31,94	0,87	
Baet	40	0,88	1,77	0,59	
Lepto	40	0,60	2,04	0,37	
Leptohy	40	1,30	4,88	0,34	
Meri	40	12,95	39,90	0,39	
Aesh	40	0,05	0,22	0,25	
Clau	40	39,05	48,09	0,77	
Ectem	40	0,05	0,22	0,25	
Cailloma	40	1,35	1,94	0,73	
Ochro	40	0,05	0,32	0,19	
Necto	40	1,88	4,60	0,49	
Antar	40	0,83	3,04	0,33	
Polyc	40	0,33	1,14	0,35	
Smic	40	0,08	0,47	0,19	
Bezz	40	0,13	0,65	0,24	
Alota	40	5,70	15,91	0,43	
Dicro	40	6,90	7,83	0,80	
Penta	40	2,03	3,28	0,66	
Podo	40	0,13	0,65	0,24	
Rheo	40	1,95	4,72	0,50	
Chelifera	40	0,83	1,69	0,57	
Limno	40	0,10	0,38	0,32	
Lispe	40	0,10	0,38	0,32	
Clog	40	0,03	0,16	0,19	
Simul	40	2,83	5,89	0,54	
Taba	40	0,33	0,80	0,47	
Limo	40	0,05	0,22	0,25	
Molo	40	3,50	7,26	0,56	
Tipu	40	0,45	0,71	0,62	
Curcu	40	0,08	0,35	0,26	
Lance	40	0,05	0,22	0,25	
Aust	40	23,60	40,59	0,57	
Hyal	40	1,68	5,30	0,40	
Gloss	40	0,95	3,50	0,34	
Lumbri	40	3,50	3,92	0,81	
Plana	40	2,80	8,81	0,40	
Phys	40	1,73	3,91	0,50	
Biomp	40	0,10	0,38	0,32	<0,000

Anexo 2. Test de Shapiro Wilks. Para contrastar la distribución de los valores fisicoquímicas del agua de los tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes.

Variable	n	Media	D.E	W*	p (Unilateral D)
Conductividad eléctrica (u..	40	733,75	70,92	0,92	0,0233
Solidos disueltos totales.	40	372,50	35,93	0,93	0,0613
Temperatura (°C)	40	13,63	2,11	0,93	0,0553

Anexo 3. a. Prueba de Kruskal Wallis b. Variable de Agrupación: Ríos

Taxones	Chi-cuadrado	GI	Sig.
Andesiops	16,60	2,00	0,00
Baetodes	6,73	2,00	0,03
Leptohyphes	5,00	2,00	0,08
Leptohyphodes	8,19	2,00	0,02
Meridialaris	17,60	2,00	0,00
Aeshna	1,40	2,00	0,50
Claudioperla	17,45	2,00	0,00
Ectemnostega	3,42	2,00	0,18
Cailloma	1,04	2,00	0,59
Ochrotrichia	1,67	2,00	0,43
Nectopsyche	5,97	2,00	0,05
Antartoecia	9,23	2,00	0,01
Polycentropus	9,23	2,00	0,01
Smicridea	3,00	2,00	0,22
Bezzia	1,34	2,00	0,51
Alotanypus	5,43	2,00	0,07
Dicrotendipes	2,95	2,00	0,23
Pentaneura	1,19	2,00	0,55
Podonomus	1,34	2,00	0,51
Rheotanytarsus	2,50	2,00	0,29
Chelifera	1,13	2,00	0,57
Limnophora	1,99	2,00	0,37
Lispe	5,26	2,00	0,07
Clogmia	3,00	2,00	0,22
Simuliidae	3,53	2,00	0,17
Tabanus	0,90	2,00	0,64
Limonia	3,42	2,00	0,18
Molophilus	8,83	2,00	0,01
Tipula	1,20	2,00	0,55
Curculionidae	0,69	2,00	0,71
Lancetes	3,42	2,00	0,18
Austrelmis	5,86	2,00	0,05
Hyaella	4,77	2,00	0,09
Glossiphoniidae	2,67	2,00	0,26
Lumbriculidae	1,40	2,00	0,50
Planariidae	5,29	2,00	0,07
Physidae	0,40	2,00	0,82
Biomphalaria	5,26	2,00	0,07

Anexo 4. Estadísticos de prueba^{a,b}

	Chi-cuadrado	GI	Sig. asintótica
pH	2,794	2	0,247
Conductividad eléctrica (uS/cm)	9,360	2	0,009
Solidos disueltos totales (ppm)	7,928	2	0,019
Temperatura (°C)	13,328	2	0,001

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Ríos

Anexo 5. Imágenes de muestreo de macroinvertebrados y características ambientales correspondiente al río Yanawanku, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.



Imagen correspondiente al primer punto en el río Yanawanku (Y1)



Imágenes correspondientes a los puntos dos y tres en el río Yanawanku (Y2, Y3)

Anexo 6. Imágenes de muestreo de macroinvertebrados y características de la zona de muestreo del río Watayqucha-Matará, Acocro, huamanga, Ayacucho 2020-2021.



Imágenes correspondientes al primer punto en el Watayqucha-Matará (H1)



Imágenes correspondientes a los puntos dos y tres en el río Watayqucha-Matará (H2 y H3)

Anexo 7. Imágenes de muestreo de macroinvertebrados y características ambientales del río Challwamayú, Acocro, huamanga, Ayacucho 2020-2021.

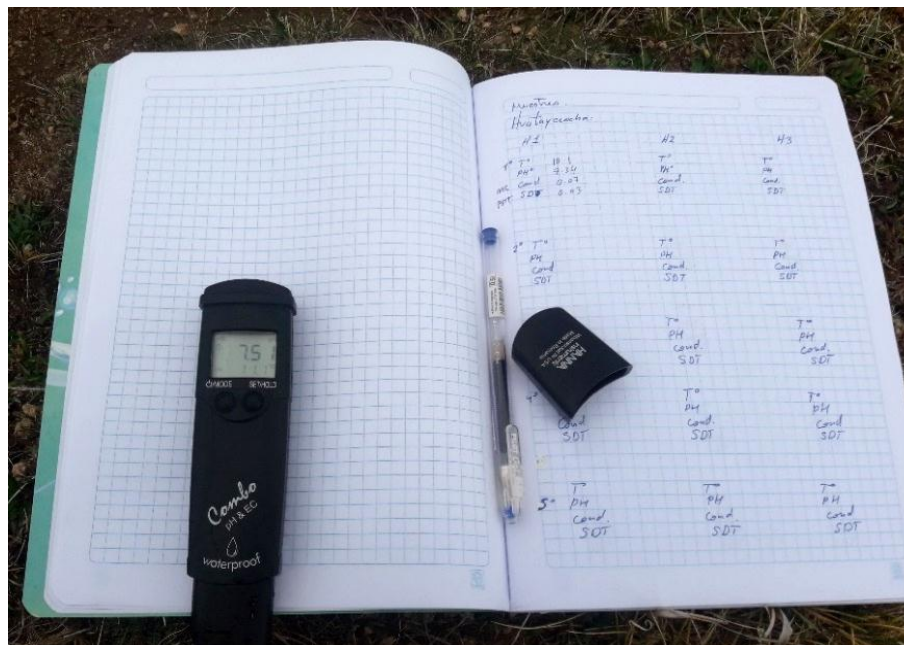


Imágenes que muestran las características ambientales de los puntos de muestreo uno y dos en el río Challwamayú (CH1 y CH2)



Imágenes que muestran las características ambientales de los puntos de muestreo uno y dos en el río Challwamayú (CH1 y CH2)

Anexo 8. Medición en campo de las características fisicoquímicas del agua en los ríos Watayqucha-Matará, Yanawanku y Challwamayú en la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga - Ayacucho 2020 – 2021.



Anexo 9. Procesamiento de limpieza selección e identificación de macroinvertebrados en el laboratorio de Biodiversidad y Sistemas de Información Geográfica-UNSCH.



2

Anexo 10. Características taxonómicas de los órdenes Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera y Trichoptera de los de tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.



Anexo 11. Características taxonómicas del orden Díptera de los de tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.



Anexo 12. Características taxonómicas de los órdenes Coleóptera, Amphipoda, Hirudinida, Lumbriculida, Rhabditophora y Basommatophora de los de tres ríos de la cabecera de la microcuenca Yucaes, Acocro, Huamanga, Ayacucho 2020-2021.



30-32: Coleoptera, 30. Curculionidae; 31. Lancetes; 32. Austrelmis. 33: Amphipoda, Hyaella. 34: Hirudinida, Glossiphoniidae. 35: Lumbriculida, Lumbriculidae. 36: Rhabditophora, Planariidae. 37-38: Basommatophora, 37. Physidae; 38. Biomphalaria.

Anexo 14. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>¿Varían las características de la comunidad macroinvertebrada acuática y la calidad fisicoquímica del agua de tres ambientes lóticos ubicadas en la cabecera de la microcuenca Yucaes en el distrito de Acocro, provincia de Huamanga durante los meses de octubre 2020 a febrero de 2021?</p>	<p>Objetivo general Evaluar las características de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y fisicoquímicos del agua de tres ambientes lóticos ubicadas en la cabecera de la microcuenca Yucaes en el distrito de Acocro, Huamanga. Desde octubre de 2020 a febrero de 2021.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en tres sistemas lóticos desde octubre de 2020 a febrero de 2021. Determinar la abundancia de los componentes de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en relación con los factores fisicoquímicos en tres sistemas lóticos desde octubre de 2020 a febrero de 2021. Determinar los niveles de similitud de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en los tres sistemas lóticos y meses de muestreo mediante el índice de Bray-Curtis. Determinar las características fisicoquímicas (conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH y temperatura) del agua en los tres sistemas lóticos de la microcuenca del río Yucaes. 	<p>Antecedentes Marco conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> - Macroinvertebrados acuáticos - Calidad de agua - Características físicas del agua - Cuenca - Sistemas lóticos - Composición <p>Fundamento teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cabecera de cuenca - Macroinvertebrados acuáticos - Factores que determinan la distribución de los macroinvertebrados acuáticos - Relación de factores fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados - Los macroinvertebrados en habitats lóticos - Principales ordenes que integran la comunidad macroinvertebrada acuática - Calidad fisicoquímica del agua - Influencia de los factores químicos en la biomasa - Marco legal 	<p>Las características de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos (composición y abundancia) y la calidad fisicoquímica, varían según los ambientes lóticos y los meses de muestreo en los ambientes lóticos ubicados en la cabecera de la microcuenca en estudio.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Características fisicoquímicas del agua</p> <p>Características físicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura, - Conductividad eléctrica - Sólidos totales disueltos (STD) <p>Características químicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pH <p>Variable dependiente</p> <p>Comunidad de macroinvertebrados acuáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Composición (géneros) - Abundancia (%) - Similitud (Bray-Curtis). 	<p>tipo de investigación Básica</p> <p>Nivel de investigación Descriptiva Correlacional</p> <p>Método: Descriptivo Comparativo Estadístico</p> <p>Diseño: – Descriptivo – Explicativo</p> <p>Muestreo: Población: macroinvertebrados en los ambientes lóticos de la cabecera de la microcuenca Yucaes.</p> <p>Muestra: 40 de macroinvertebrados y 40 de agua</p> <p>Muestreo: Determinístico</p> <p>Técnicas. Observación</p> <p>Instrumentos: – Microscopio – Estereoscopio – Multiparamétrico</p>