

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Gradiente altitudinal y su influencia sobre la comunidad
macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro
tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.**

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

PRESENTADO POR:

Bach. ORÉ FLORES, Eddeson Veto

ASESOR:

Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz

AYACUCHO – PERÚ

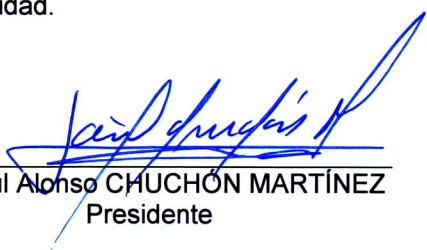
2022

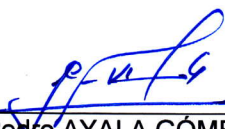
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Eddeson Veto ORÉ FLORES
R.D. N° 069-2021-UNSCH-FCB-D

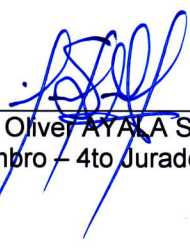
En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día veintisiete del mes de mayo del año dos mil veintidós; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ (presidente); Dr. Pedro AYALA GÓMEZ (Miembro Jurado), Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ (Miembro Asesor) y MSc. Yuri Oliver AYALA SULCA (Miembro 4to. Jurado), actuando como secretaria docente la Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA; para presenciar la sustentación de tesis titulada: "**Gradiente altitudinal y su influencia sobre la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020**"; presentado por el **Bach. Eddeson Veto ORÉ FLORES**; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó a la secretaria docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando al sustentante que 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. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó 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. Pedro AYALA GÓMEZ	17	15	16
MSc. Yuri Oliver AYALA SULCA	16	14	15
		PROMEDIO	16


El sustentante alcanzó el promedio de 16 (dieciséis) aprobatorio. 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 las seis con diez de la tarde, firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ
Presidente


Dr. Pedro AYALA GÓMEZ
Miembro – Jurado


MSc. Yuri Oliver AYALA SULCA
Miembro – 4to Jurado


Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ
Miembro – Asesor


Dra. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA
Secretaria – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


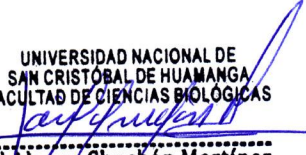
DECANATURA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS N° 014-
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: **“Gradiente altitudinal y su influencia sobre la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.”**, presentado por el Bach. ORÉ FLORES; EDDISON VETO; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 15%, 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, 27 de junio de 2022.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS


Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez
DECANO

Gradiente altitudinal y su influencia sobre la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020

por Eddeson Veto Oré Flores

Fecha de entrega: 27-jun-2022 06:05p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1863883306

Nombre del archivo: 1C_Ore_Flores_Eddeson_Veto_pregrado_2022_TURNITIN.docx (263.33K)

Total de palabras: 8164

Total de caracteres: 44196

Gradiente altitudinal y su influencia sobre la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

13%

2

Jorge D. Oliveros-Villanueva, Cesar E. Tamaris-Turizo, Daniel J. Serna-Macias. "Larvas de Trichoptera en un gradiente altitudinal en un río neotropical", Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2020

Publicación

1%

3

raccefyn.co

Fuente de Internet

1%

4

Agata Huanachin Quispe, Ana A. Huamantincó Araujo. "Composición y estructura de la comunidad de coleópteros acuáticos (Insecta: Coleoptera) a lo largo de un gradiente altitudinal, Cusco, Perú", Revista Peruana de Biología, 2018

Publicación

<1%



Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Con mucho amor y cariño a mi
madre y a mi hijo.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma mater*, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme las facilidades para concluir mis estudios superiores y materializar mi formación profesional.

A mí querida Facultad de Ciencias Biológicas, por labrar en mí la profesión de biólogo y sus docentes por sabias enseñanzas.

A la Especialidad de Ecología y Recursos Naturales, por plasmar en mí las competencias profesionales del biólogo dedicado al campo ambiental.

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

A mi asesor, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por su orientación académica y contribución, que han permitido la elaboración y finalización del presente trabajo de tesis.

A mi coasesora, la M.Cs. Carolina Rayme Chalco, por su apoyo en el procesamiento e identificación de las muestras biológicas.

A los docentes que han contribuido en mi formación, principalmente de la Escuela Profesional de Biología, por ser portadores de sabiduría y sobre todo por su capacidad de transmitirla, que aportaron en mi vida conocimientos científicos de un biólogo en el campo de la Ecología y Recursos Naturales.

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
2.2. Marco conceptual	5
2.2.1. Gradiente altitudinal	5
2.2.2. Macroinvertebrados acuáticos	5
2.2.3. Afluentes fluviales	5
2.2.4. Composición comunitaria	6
2.2.5. Abundancia	6
2.2.6. Abundancia relativa	6
2.3. Bases teóricas	6
2.3.1. Los ecosistemas fluviales	6
2.3.2. Cambios espaciales y temporales en los sistemas lóticos	6
2.3.3. Río altoandinos	7
2.3.4. Los macroinvertebrados acuáticos	8
2.3.5. Influencia de los factores químicos en la biota	8
III. MATERIALES Y METODOS	11
3.1. Ubicación de la zona de estudio	11
3.1.1. Ubicación Política	11
3.1.2. Ubicación geográfica	11
3.2. Población y muestra	12
3.2.1. Población	12
3.2.2. Muestra	12
3.2.3. Muestreo	12
3.2.4. Unidad de observación	12
3.3. Metodología y recolección de datos	13

3.3.1. Ubicación de las zonas de muestreo	13
3.3.2. Obtención de muestras de macroinvertebrados	13
3.3.3. Determinación de las características fisicoquímicas del agua	13
3.3.4. Limpieza y selección de las muestras	13
3.3.5. Identificación de los macroinvertebrados	14
3.3.6. Análisis estadístico	14
3.3.7. Determinación de la abundancia	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	37
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación geográfica y zonas de vida de las zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro de sus tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho.	11
Tabla 2. Promedios y desviación estándar de las características fisicoquímicas del agua del río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	17
Tabla 3. Composición de la comunidad macroinvertebrada acuática según zonas de muestreo, río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	18
Tabla 4. Número total de organismos (por taxa) de la comunidad macroinvertebrada acuática capturados en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	20
Tabla 5. Correlación de Rho de Serman (coeficiente y significancia) de la altitud de muestreo con los componentes de la comunidad macroinvertebrada en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Abundancia relativa de los taxones pertenecientes a la comunidad macroinvertebrada acuática según zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	19
Figura 2. Dendograma de similitud de las zonas de muestreo (altitud) considerando la composición y abundancia de los macroinvertebrados en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	21
Figura 3. Análisis de componentes principales (biplot) en base a la composición y abundancia de la comunidad macroinvertebrada según la altitud de las zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	22
Figura 4. Diagrama de dispersión del número de taxa (media, máximo y mínimo) registrados por muestreo en función de la altitud, río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	24
Figura 5. Diagrama de dispersión del número de individuos colectados (media, máximo y mínimos) por muestreo en función de la altitud de las zonas de muestreo (altitud), río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	25

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultado de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks para las características fisicoquímicas del agua del río Rumichaca y cuatro tributarios.	45
Anexo 2. Resultado de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks para las abundancias de los taxones hallados en el río Rumichaca y cuatro tributarios.	46
Anexo 3. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis al comparar las características fisicoquímicas de las zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	47
Anexo 4. Abundancia total de los componentes (taxa) de los macroinvertebrados acuáticos según zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	48
Anexo 5. Abundancia relativa promedio de los componentes (taxa) de los macroinvertebrados acuáticos del río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	49
Anexo 6. Resultado de la prueba de Krukal-Wallis que compara las tres zonas muestreadas ubicadas en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	50
Anexo 7. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis al comparar el número de taxa y número de individuos colectados según la altitud de muestreo río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	51
Anexo 8. Fotografías del proceso de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020-2021.	52
Anexo 9. Imágenes del proceso de procesamiento de las muestras y de la identificación de macroinvertebrados en el Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica.	56
Anexo 10. Comunidad macroinvertebrada acuática registradas en el río Rumichaca y cuatro tributarios.	58
Anexo 11. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.	61
Anexo 12. Matriz de consistencia.	62

RESUMEN

Los macroinvertebrados acuáticos cumplen un papel importante en el funcionamiento de los sistemas fluviales, su caracterización es importante para aproximarnos al conocimiento de los mismos, considerando aspectos taxonómicos como composición y la abundancia son muy importantes. El trabajo de investigación se ha desarrollado considerando como objetivo general evaluar la influencia de la gradiente altitudinal sobre la composición y abundancia de la comunidad macroinvertebrada acuática en un río andino. Los muestreos se desarrollaron en el curso del río Rumichaca y cuatro de sus tributarios, ubicados en el distrito de Chungui, provincia de La Mar, en el departamento de Ayacucho de agosto de 2020 a enero de 2021 con altitudes desde 3 697 msnm a 1 865 msnm. Se empleó una red Surber con un área de muestreo de 40 x 30cm, cada muestra estuvo compuesto por cinco colectas, que fueron depositados en un recipiente plástico, se agregó etanol al 96% para su conservación. Las muestras fueron depositadas en un recipiente atemperado (4 ± 2 °C) y trasladado al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas. En la zona de muestreo se hallaron 40 géneros en 26 familias, 7 órdenes y 1 clase. En el río Rumichaca (en el que se ubicó tres zonas de muestreo) se registraron 17 géneros, siendo diez exclusivos; mientras en los tributarios (una zona de muestreo en cada uno) se registraron 23 géneros. La abundancia de los componentes de la comunidad estudiada fue muy variable tanto temporal (por meses) como espacialmente (por zonas de muestreo), con la existencia de pocos taxones (géneros) que son muy abundantes y muchos que son escasos. Los géneros *Andesiops*, *Baetodes* y *Meridiales* fueron los más abundantes para el río y sus tributarios. Se determinó que la gradiente altitudinal correlaciona positiva y significativamente con la abundancia de los géneros como *Andesiops*, *Leptohyphes* y es negativa con *Baetodes*, *Camelobaetidius*, *Thraulodes*, *Anacroneuria*, entre otros. A mayores altitudes se registró un menor número de taxa, sin embargo el número total de individuos capturados fue mayor. Así mismo, las comunidades que se hallan a altitudes de 3 697 a 2 759 presentan mayores similitud.

Palabras clave: Macroinvertebrados acuáticos, composición, abundancia.

I. INTRODUCCIÓN

La comunidad macroinvertebrada acuática agrupa todos a aquellos organismos que tienen como hábitat al sustrato de los ecosistemas acuáticos continentales que tienen un tamaño igual o mayor de 0,5 m.m (Hauer & Lamberti, 2017; Pérez & Restrepo, 2008). La mayoría de los mismos (más o menos el 80%) corresponden a grupos de los artrópodos y dentro de estos los insectos, principalmente sus formas larvianas. Dentro de los principales taxones considerados dentro de esta comunidad tenemos a los Turbelarios “planarias”, Oligoquetos “lombrices”, Hirudíneos “sanguijuelas”, Arácnidos, Insectos, Crustáceos, Gasterópodos “caracoles” y Bivalvos (Carrasco, 2003; Domínguez y Fernández, 2009).

Los macroinvertebrados acuáticos es una comunidad que cumple un papel muy importante en el funcionamiento de los sistemas acuáticos (Chará-Serna et al., 2010), contribuyen sobremanera al flujo de energía, desde la materia orgánica elaborada por los productores primarios (herbívoros), productores secundarios (depredadores) y desde la materia orgánica (detritívoros), conduciéndolo hacia niveles tróficos superiores en la que se hallan, peces, aves, anfibios e incluso mamíferos (Díaz-Rojas et al., 2020). Por otro lado, la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, por las diferentes características que reúne sus componentes, como ser relativamente sedentaria, presentar exigencias ambientales, ser relativamente grandes, es empleada frecuentemente como bioindicador de la calidad de los ambientes acuáticos (Roldán-Pérez, 2016). Lo mencionado hace que su estudio y caracterización sea importantes en el estudio de los ambientes acuáticos continentales.

Si bien es cierto que el conocimiento sobre los macroinvertebrados acuáticos se incrementó en estos últimos años, para el Neotrópico, en el que se halla América del Sur, es limitado, pese a ello se puede citar publicaciones que describen esta comunidad, caso Colombia con la publicación de (Pérez, 1988), más

recientemente publicada en la República Argentina se tiene el libro “Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología” (E. Dominguez et al., 2009), donde se detalla la biología, ecología, morfología y taxonomía, incluyendo claves taxonómicas de los principales componentes de esa comunidad biológica. A nivel de nuestro país el conocimiento de esta comunidad, es aún más pobre, donde los estudios se circunscriben principalmente a la vertiente del pacífico, habiendo importantes vacíos de información para el atlántico (Arana et al., 2021). Para la región de Ayacucho, es estos últimos años se ha observado avances con temas de tesis de pregrado y posgrado; sin embargo, no son suficientes, ya que comprende territorio sumamente heterogéneo, desde zonas altoandinas (más de 3 000 msnm), andinas (más de 2 000 msnm) hasta selva y ceja de selva (menos de los 2 000). Cabe señalar que, los estudios se han circunscrito a ecosistemas lóticos.

Lo descrito hace necesario generar información de los macroinvertebrados acuáticos en diferentes pisos altitudinales, por lo mismo el trabajo de investigación se ha planteado persiguiendo los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la influencia de la gradiente altitudinal sobre las características de la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro de sus afluentes ubicado en el distrito de Chungui, provincia de La Mar, región Ayacucho, durante los meses de agosto de 2020 a enero de 2021

Objetivos específicos

- a. Determinar las características fisicoquímicas del agua el río Rumichaca y sus cuatro afluentes.
- b. Determinar la influencia de la gradiente altitudinal sobre la composición de la comunidad macroinvertebrada acuática presentes en el río Rumichaca y sus cuatro afluentes.
- c. Determinar la influencia de la gradiente altitudinal sobre abundancia de los taxa que constituyen la comunidad macroinvertebrada acuática presentes en el río Rumichaca y sus cuatro tributarios.
- d. Determinar la influencia de la gradiente altitudinal sobre la similitud de la comunidad macroinvertebrada acuática presentes en el río Rumichaca y sus cuatro tributarios.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En la investigación realizada en el Río Chillón (Lima, Perú), se analizó los efectos del gradiente altitudinal sobre las comunidades de macroinvertebrados. Se halló 47 taxones, donde la clase Insecta (Arthropoda) fue la más diversa y abundante. También se halló que la riqueza de taxones se correlacionó negativa y linealmente con la altitud, contrario a la dominancia que fue positiva; así mismo se evidenció que las comunidades bentónicas variaron a lo largo del gradiente altitudinal (García-Ríos et al., 2020).

En la tesis para grado de maestría titulada “Análisis de la estabilidad ecológica de un reoambiente a lo largo de un gradiente altitudinal a través de los macroinvertebrados acuáticos y el procesamiento digital de imágenes” llevada a cabo en tres reoambientes a diferentes niveles altitudinales: la Quebrada La Nitrera, como microcuenca; el río San Juan, como mesocuenca, y un tramo sobre el río Cauca, como macrocuenca en Colombia, el autor menciona que lo más importante de los resultados obtenidos es que, a medida que disminuyen la gradiente altitudinal, la diversidad y riqueza de los macroinvertebrados disminuye, mientras que se incrementa la temperatura del agua, la turbidez del agua, la conductividad eléctrica y el caudal, lo que tiene directa incidencia en los macroinvertebrados (Serna López, 2020).

El trabajo de investigación “Distribución altitudinal de macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables ambientales en un sistema fluvial amazónico (Perú)”, a partir de 22 estaciones de muestreo ubicadas en una gradiente altitudinal de 398 a 2.411 msnm, en el curso del río Alto Madre de Dios, logró determinar dentro del ensamble de los macroinvertebrados, 56 taxones pertenecientes a 10 órdenes, siendo estas Acari, Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera y Decapoda. Así mismo mencionan que los taxones de macroinvertebrados

cambiaron notablemente a lo largo del gradiente, reportándose una mayor diversidad en zonas con altitudes medias y relación con las variables ambientales (Arana et al., 2021).

En una investigación para determinar la composición y estructura de coleópteros acuáticos en una gradiente altitudinal (476-4 411 m de altitud) en Cusco, Perú, se establecieron 12 zonas de muestreo, se colectaron 3069 individuos (larvas y adultos) de 23 géneros y 10 familias. Determinaron que la familia Elmidae fue la más diversa y dominante (13 géneros con una abundancia de 90.4 %) y que hubo correlación positiva de la temperatura del agua con la riqueza, diversidad y equidad, mientras que la diversidad disminuyó con la altitud (Huanachin & Huamantínco, 2018).

En los ríos Yalutsangpo y Sanjiangyuan en la meseta de Qinghai-Tíbet y las cabeceras de las tierras bajas del río Songhua, el río Juma y East River durante las temporadas sin inundaciones de 2012 a 2016, muestran una mayor biodiversidad regional de los macroinvertebrados en comparación con los ríos de las tierras bajas con condiciones similares de flujo y sustrato. La biodiversidad y la composición afectaron de manera negativa por el gradiente altitudinal y las variables ambientales asociadas a ella. La meseta de dichos ríos, sumado a la baja temperatura del agua, escasa vegetación acuática y ribereña, y poca escorrentía, afectan negativamente a los macroinvertebrados, traducándose en una baja diversidad y consecuentemente bastante vulnerables a efectos antropogénicos, como el cambio climático (Xu et al., 2018).

La diversidad de estados inmaduros de tricópteros a lo largo del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta). Se halló que los géneros exclusivos de las zonas de mayor altitud (San Lorenzo y La Cascada) correspondieron a cf *Amazonatolica*, *Cyrnellus*, *Nectopcyche* y *Polycentropus*, en la parte media fueron *Ochotrichia*, *Cerasmatrichia* y *Metrichia*; mientras que en la zona parte baja fueron *Protoptila*, *Mortoniella*, *Oecetis* y *Chimarra* y, con mayores abundancias y diversidad de géneros (13). Por otro lado, *Smicridea*, *Leptonema* y *Xiphocentron* presentaron los rasgos más amplios (Oliveros-Villanueva et al., 2020).

Al describir la red trófica de los macroinvertebrados acuático a lo largo de una gradiente altitudinal del río Gaira, un río degradado, ubicado en la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia, hallaron la existencia de una relación directa entre los períodos de estabilidad hidrológica y un aumento de CPOM (materia orgánica particulada gruesa) durante las estaciones secas y un aumento de la diversidad

de recursos consumidos en todos los sitios durante la estación lluviosa: por lo que los cambios en las redes tróficas del río estudiado durante los períodos estacionales, fueron más importantes que a lo largo de la altitud (Tamaris-Turizo et al., 2018).

En un estudio de ríos altoandinos (sobre los 2000 msnm) que abarcó los Andes del Norte (Ecuador) y los Andes Centrales (Perú) en Sudamérica, se halló que sus características fisicoquímicas e hidromorfológicas estuvieron altamente influenciados inversamente por la altitud, caso de la temperatura y oxígeno. Los macroinvertebrados mostraron estar altamente influenciada por la altitud y la latitud. Hyalella, Podonomopsis, Claudioperla, Anomalopsyche, Paltostoma, Rheotanytarsus, Camelobaetidius y otros taxa, mostraron estar influenciados por la altitud, pudiendo ser de manera positiva o negativa sobre su abundancia y frecuencia. En forma general, la diversidad de dicha comunidad presenta la tendencia a disminuir con el incremento de la altitud y la latitud (Villamarín, 2012).

En el río Súa ubicada en Ecuador, se determinó la presencia de 14 órdenes y 41 familias. Al calcular el índice BMWP, determina que la calidad de agua se halla entre “media” a “buena”, en todo el año. La altitud y las diferencias geomorfológicas presentaron una mayor correlación con la conductividad, temperatura y fosfatos (se incrementan según se desciende en altitud); así mismo, se determinó que mientras más se asciende en la cuenca, mejor es su estado de calidad del agua. Siendo palpable la influencia de la variables ambientales sobre la diversidad y abundancia de los macroinvertebrados (Solís, 2021).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Gradiente altitudinal

Cambio que se registra en un sistema a nivel de altitud referente al nivel del mar por lo que es registrado como metros sobre el nivel del mar.

2.2.2. Macroinvertebrados acuáticos

Organismos pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos que habitan cuerpos de aguas continentales y cuyo tamaño es igual o mayor a 0,5 mm por lo que son visibles a simple vista.

2.2.3. Afluentes fluviales

Sistemas lóticos que se unen a otros contribuyendo con agua, organismos y otros, constituyendo sistemas con mayor caudal.

2.2.4. Composición comunitaria

Hace referencia a los taxones que se hallan dentro de una comunidad biológica, pudiendo ser de diferentes niveles de clasificación taxonómica.

2.2.5. Abundancia

Cantidad de individuos de un taxón (generalmente a nivel de especies, pudiendo ser a nivel de género o familia) que se halla en una comunidad.

2.2.6. Abundancia relativa

Abundancia expresada como porcentaje que representa el número de individuos de un taxón en referencia al total que se halla en una comunidad.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Los ecosistemas fluviales

Hace referencia a sistemas acuáticos continentales cuyas aguas fluyen unidireccionalmente sobre la superficie terrestre siguiendo la pendiente y lo hace a través de un canal que se denomina cauce. El agua es resultado del exceso de las precipitaciones pluviales en la cuenca donde se halla el río, sobre el agua que se evapora, evapotranspira e infiltra en el suelo; también recibe contribuciones de agua que proviene del subsuelo (manantes). Se considera que en el ciclo hidrológico del agua que cae en los continentes, el 70% se evapora y el 30% restante fluye sobre la superficie, constituyendo los ríos (Wetzel, 2001).

Las principales características que presentan los sistemas lóticos son (Allan y Castillo, 2007):

- Presentan un régimen temporal de sus aguas muy marcado con períodos de avenidas máximas (época de lluvias) y avenidas mínimas (períodos de estiaje).
- Poco profundos comparado con los sistemas lénticos.
- Sus características morfológicas, sustrato en el lecho, del agua, biológicas y otros varían ostensiblemente desde su nacimiento hasta su desembocadura.

2.3.2. Cambios espaciales y temporales en los sistemas lóticos

La geología del terreno por donde circula, así como el clima son determinantes en las diferencias de ríos de distintas latitudes, biomas, cuencas, microcuencas. Por ello, los cambios temporales de los caudales, cambio en la química de las aguas y en las comunidades biológicas en su recorrido, consecuentemente en su funcionamiento general, solo puede explicarse considerando las características litológicas y del clima del área geográfica que influye sobre dicho río (Elosegui, 2009). Los cambios que pueden expresar los ríos en su recorrido se dan en las dimensiones espacial y temporal.

Espacialmente, se observa la gran diferencia entre tramos de cabecera, y tramos medios y bajos, principalmente expresados en una pendiente que decrece, incremento del canal de circulación, así como en la profundidad y el caudal que determinan cambios importantes en las comunidades de organismos que la habitan, siendo diferente los que se hallan en zonas altas en comparación con las bajas (Roldan & Restrepo, 2008). El ingreso de materia al río que se incorpora como materiales disueltos y particulados, cambia con el tiempo, con las variaciones hidrológicas y por variaciones en el medio terrestre circundante, semejante ocurre con la disponibilidad de luz (Dodds y Whiles, 2019a). Las características de las comunidades responden a los cambios de la materia orgánica y nutrientes disueltos, de la luz, velocidad del agua, con lo cual varía tanto espacial como temporalmente. El material disuelto tiene su origen en el agua de lluvia y de sales que se incorporan del suelo o por meteorización química de la roca madre. Las partículas corresponden a la erosión y transporte de sedimentos de la cuenca (arcillas coloidales hasta rocas, desde hojas hasta troncos. Como consecuencia de la heterogeneidad espacial de los sistemas lóticos, presentan tres tipos de tramos (alto, medio y bajo) con importantes diferencias (Tundisi & Tundisi, 2012).

2.3.3. Río altoandinos

Son ríos que drenan áreas por encima de los 3200 msnm en los que se hallan ecosistemas de páramo. Se caracterizan en su mayoría por ser pequeños, con 1 a 30 m de ancho de cauce y caudales que varían de 1 y 40 m³/seg (Flores, 2019). Estos ríos son heterogéneos respondiendo principalmente a su origen, y a las características de la vegetación y suelos que les rodea.

Dichos ríos pueden ser clasificados en ríos de drenaje, de glaciares y de turberas (Encalada et al., 2019).

Los ríos de drenaje: Son los más comunes, como consecuencia de la presencia de lluvias; así como también de aguas subterráneas. El agua de estos ríos suele ser bastante translúcidas, poca concentración de iones disueltos (baja conductividad) y con alta concentración de oxígeno disuelto debido a la alta turbulencia de sus aguas por lo accidentado de sus cauces, formado principalmente por grava, canto rodado y las rocas pequeñas, hábitat ideal para macroinvertebrados con adaptaciones para sujetarse a dichos sustratos y no ser arrastrados por la corriente, dentro de los que se puede mencionar efemerópteras (*Andesiops spp.*), anfípodos (*Hyallela spp.*) y tricópteras (Ríos-Touma et al., 2012).

Los ríos de turberas: nacen de humedales altoandinos conocidos como turberas (bofedales) que se han formado en los paisajes de páramo (Hribljan et al., 2017). Las turberas son ecosistemas que se caracterizan por acumular grandes cantidades de materia orgánica en descomposición, por lo que el agua presenta altas concentración de ácidos orgánicos con pH relativamente ácido. En forma general se tiene poca información de la fauna acuática que presenta, que podría ser singular, en comparación con los ríos que nacen de esos ecosistemas.

Los ríos glaciares: son menos frecuentes, ya que se originan de los deshielos de los glaciares que en estos últimos años han ido reduciendo su presencia por el calentamiento global. Por lo general, estos ríos son pequeños con agua de color blanquecino por la presencia de sedimentos finos que arrastran desde las morrenas que hacen que tenga elevada turbiedad (Cauvy-Fraunié et al., 2015), también su conductividad es muy baja y sus características hidrológicas está relacionado con la tasas de derretimiento de los glaciares (Jacobsen y Dangles, 2012).

2.3.4. Los macroinvertebrados acuáticos

Son organismos que habitan cuerpos de agua (lénticos y lóticos) que observan a simple vista, asociados a lecho adheridos rocas, piedras, plantas acuáticas o enterradas en el sustrato. Presentan un tamaño mayor a 0,5 mm, encontrándose taxones pertenecientes a los poríferos, hidrozoo, turbelaríes, oligoquetos, hirudíneas, insectos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos. Dichos organismos están adaptados a ambientes con características ambientales determinadas, según sean sus rangos de tolerancia, haciendo que las comunidades tengan una composición y estructura característica en una condición, su variación determina cambio, por lo que muchos de sus integrantes se comportan como indicadores ecológicos (Ramírez, 1999)

Principales órdenes que integran la comunidad macroinvertebrada acuática

2.3.5. Influencia de los factores químicos en la biota

Las variaciones de las concentraciones de iones en aguas continentales son muy frecuentes, haciéndolo dentro de márgenes estrechos, cuando son extremas es debido a causas naturales o más frecuentemente debido a la influencia humana y afecta significativamente la distribución de los organismos.

Es frecuente ecosistemas fluviales de concentración iónica muy baja, contienen biota (flora y fauna) pobre en riqueza de taxones y baja abundancia. Tal como

ocurre en ríos en las partes altas de los andes (Encalada et al., 2019). Se reporta que, dentro de los macroinvertebrados, moluscos, crustáceos, y hirundíneos son más sensibles a las variaciones de las concentraciones iónicas que los insectos acuáticos. La alcalinidad, que mide la concentración de bicarbonatos y carbonatos en las aguas, es utilizada como un indicador de la productividad de los ecosistemas fluviales, a mayores valores mayor es la productividad de las poblaciones (Chacón, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en el río Rumichaca y cuatro arroyos tributarios.

3.1.1. Ubicación Política

Región : Ayacucho

Provincia : La Mar

Distrito : Chungui

Lugar : Río Rumichaca y cuatro tributarios

La microcuenca en la cual se hallan los sistemas lóticos estudiados, está políticamente ubicado en el límite de los distritos de Chiquintirca y Chungui.

3.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación de las siete zonas de muestreo (tres en río de Rumichaca y cuatro en los tributarios) mediante coordenada se muestra en la Tabla 1, mientras que en el Anexo 11, mediante un mapa.

Tabla 1. Ubicación geográfica y zonas de vida de las zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro de sus tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho.

Ríos	Código de muestreo	Ubicación geográfica (UTM)		Altitud (msnm)	Zona de vida
		X	Y		
Rumichaca	R1	648329	8541827	3697	estepa - MONTANO SUBTROPICAL
	R2	660045	8547225	1907	bosque muy húmedo - SUBTROPICAL
	R3	663105	8547430	1389	bosque muy húmedo - SUBTROPICAL
Roccocha	Roc	651869	8542534	3272	estepa - MONTANO SUBTROPICAL
Lluncckumayo	LI	653247	8544745	2759	bosque pluvial - MONTANO BAJO SUBTROPICAL
Espinco	Es	660088	8546668	1865	bosque muy húmedo - SUBTROPICAL
Tunkimayo	Tu	662568	8546185	1906	bosque húmedo - SUBTROPICAL

R1, R2, R3: Rumichaca; Roc: Roccocha; LI: Lluncckumayo; Es: Espinco; Tu: Tunkimayo

El sistema hídrico estudiado discurre desde aproximadamente los 3 697 msnm hasta

1 389 msnm, abarcando áreas correspondientes a cinco zonas de vida (Tabla 1). Se observó que las zonas de muestreo R1 (río Rumichaca) y Roc (Roccocha), presenta áreas ribereñas dominado por vegetación de porte herbáceo achaparrado, mientras que las zonas LI (Lluncckumayo), R2 (Rumichaca), Es (Espinco), Tu (Tunkimayo) y R3 (Rumichaca) es arbórea. La corriente de agua en las zonas de estudio se caracteriza por ser turbulentas debido a que el lecho está constituido por partículas mayores a canto rodado sobre cual choca el agua. Por otro lado, entre las zonas LL y R2, no se establecieron zonas de muestreo por ser presentar características morfológicas que lo hacen inaccesible.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Comunidad macroinvertebrada acuática en el curso del río Rumichaca y sus cuatro tributarios.

3.2.2. Muestra

42 muestras de la comunidad macroinvertebrada del río Rumichaca y sus cuatro tributarios, colectadas con una red Surber (18 en el río Rumichaca y 24 los tributarios).

42 muestras de agua (18 en el río Rumichaca y 24 los tributarios)

3.2.3. Muestreo

El muestreo fue realizado en lugares (zonas) ubicados deterministamente en función de su accesibilidad y para hacer recoger información de los sistemas lóticos identificados; la toma de muestras se ajustó a un muestreo aleatorio sistemático, donde en meses sucesivos la colecta de muestras se realizó en lugares espaciados por aproximadamente por 5 a 10 metros aguas arriba (Ramírez, 1999). La toma de muestras se realizó desde agosto de 2020 hasta enero de 2021.

3.2.4. Unidad de observación

Muestra de macroinvertebrados colectada con una red Suber en el río Rumichaca y cuatro de sus tributarios.

Agua de aproximadamente 500 mL de agua colectadas en cada zona de muestreo.

3.3. Metodología y recolección de datos

3.3.1. Ubicación de las zonas de muestreo

Preliminar a la toma de muestras se realizó una visita a la microcuenca. La zona R1 fue ubicado en la naciente del río estudiado, mientras que R2y R3 en la cuenca media y baja, respectivamente; los tributarios Roccocha, Lluncckumayo, Espinco y Tunkimayo fueron muestreados pocos metros antes de unirse con el río Rumichaca.

3.3.2. Obtención de muestras de macroinvertebrados

Se empleó una red Surber con un área de muestreo de 1200 cm² y con una luz de malla de 0,5 mm, con frecuencia mensual de agosto de 2020 hasta enero de 2021, principalmente en la última semana de cada mes, entre las 8 a 13 horas. La toma de muestra tuvo la características de ser multihábitat (Arana et al., 2021), donde las colectas abarcaron diferentes hábitats (para el trabajo de investigación fueron cinco) dispuestas en una recipiente plástico para constituir una muestra. Dicho procedimiento se recomienda para recoger la variabilidad de la comunidad estudiada (Oyague-Passuni, 2009). Los hábitats priorizados fueron la orilla y parte central de los ríos, sin exceder los 40 cm de profundidad.

Al recipiente plástico conteniendo las muestras, se agregó etanol al 96% y fue rotulado con información de la zona y fecha de colecta y posteriormente ser trasladados al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.3.3. Determinación de las características fisicoquímicas del agua

Las determinaciones fueron realizadas en cada zona de muestreo (*in situ*) por una sola ocasión, con frecuencia mensual, se empleó un multiparámetro portátil marca Hanna modelo HI-98130, colectándose aproximadamente 500 mL de agua con un recipiente plástico en el cual se sumergió el electrodo del multiparámetro por aproximadamente dos minutos. La información colectada fue temperatura, pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, registrados en un cuaderno de campo.

3.3.4. Limpieza y selección de las muestras

Las muestras colectadas fueron dispuestas en bandejas plásticas de 40 x 30 x 3 cm, en los que se extrajo material indeseable (restos de hojas y ramas, grava y arena). La extracción de los organismos se hizo con una pinza de punta fina y depositados en frascos de polietileno de boca ancha conteniendo etanol al 70%. Cada frasco fue rotulado según la fecha y lugar de colecta.

3.3.5. Identificación de los macroinvertebrados

Antes de la identificación taxonómica, se procedió a separar los organismos contenidos en los recipientes de plásticos de boca ancha, por semejanza morfológica distinguible mediante una lupa (morfotipos). Cada grupo semejante morfológicamente fue dispuesto en recipientes viales, previa contabilización. Mediante el empleo de un estereoscopio y microscopio se visualizó las características morfológicas de interés taxonómico y con la comparación de la descripción de las claves taxonómicas se identificaron hasta la categoría de géneros en la mayoría de los casos; sin embargo, en algunos de ellos se llegó a categorías como familia y orden. La clave taxonómica empleada fue la propuesta por (Domínguez & Fernández, 2009). Finalmente, los organismos identificados y contabilizados fueron dispuestos en tubos de prueba con etanol al 70% según categoría taxonómica, para finalmente ser agregados a la colección biológica del Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica.

3.3.6. Determinación de la abundancia

Para este aspecto, se contabilizaron los organismos por categoría taxonómica (género y/o familia) y por muestreo, con el cual se obtuvo datos de abundancias absolutas. Así mismo, se estimó la densidad relativa para cada taxa y muestreo, expresado en porcentaje, considerando como valor referencial el número total de los organismos capturados en cada muestra.

3.3.7. Análisis estadístico

Los resultados se presentaron en figuras y tablas donde se muestra los resultados del análisis estadístico descriptivo de tendencia central y de dispersión. Con la finalidad de comparar abundancias absolutas de la comunidad macroinvertebrada bentónica y las características fisicoquímicas del agua, según los meses, altitud y zonas de muestreo, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, considerando que los datos no presentaron distribución normal para el cual se realizó la prueba de Shapiro-Wilks (Anexo 1 y 2). Para determinar la relación existente entre la abundancia de los componentes de la comunidad macroinvertebrada bentónica y las características fisicoquímicas del agua, se realizó el análisis de regresión y correlación de Rho de Spearman, en todos los casos se trabajó con una confianza del 95% ($\alpha=0,05$).

IV. RESULTADOS

Tabla 2. Promedios y desviación estándar de las características fisicoquímicas del agua del río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Características fisicoquímicas del agua		Zonas de muestreo							K-W (p)
		Río Rumichaca			Ríos tributarios				
		R1	R2	R3	Roc	LI	Es	Tu	
pH	Media	8,0	7,6	7,4	8,1	7,8	7,8	7,8	0,01
	D.S.	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	
Conductividad eléctrica (uS/cm)	Media	198,3	246,7	341,7	228,3	341,7	221,7	300,0	0,00
	D.S.	36,6	21,6	39,7	34,3	107,4	24,0	36,3	
Sólidos disueltos totales (mg/L)	Media	98,3	126,7	170,0	113,3	175,0	111,7	153,3	0,00
	D.S.	17,2	10,3	21,0	16,3	56,8	9,8	17,5	
Temperatura (°C)	Media	11,2	15,9	19,0	11,6	13,3	16,5	17,6	0,00
	D.S.	3,3	0,9	1,6	1,9	2,3	1,1	1,3	

DS: Desviación estándar

K-W: Prueba de Kruskal-Wallis

R1, R2, R3: Rumichaca; Roc: Roccocha; LI: Lluncckumayo; Es: Espinco; Tu: Tunkimayo.

Tabla 3. Composición de la comunidad macroinvertebrada acuática según zonas de muestreo, río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Orden	Familia	Género	Zonas de muestreo							Zonas registro (n°)		
			Río Rumichaca	Ríos tributarios	R1	R2	R3	Roc	LI		Es	Tu
		<i>Andesiops</i>										7
	Baetidae	<i>Baetodes</i>										7
		<i>Camelobaetidius</i>										4
Ephemeroptera		<i>Nanomis</i>										5
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>										6
	Leptophlebiidae	<i>Meridialaris</i>										7
		<i>Thraulodes</i>										4
Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i>										2
	Gripopterygidae	<i>Claudioperla</i>										1
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>										6
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>										4
	Glossosomatidae	<i>Itaura</i>										2
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>										2
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>										6
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>										3
		<i>Smicridea</i>										5
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>										1
		<i>Grumichella</i>										3
	Limnephilidae	<i>Antartoecia</i>										4
	Odontoceridae	<i>Marilia</i>										4
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>										2
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>										1
	Blephariceridae	<i>Limonicola</i>										1
	Chironomidae	<i>Dicrotendipes</i>										7
		<i>Pentaneura</i>										4
	Psychodidae	<i>Clogmia</i>										2
Diptera	Simuliidae	<i>Pedrowyomyia</i>										3
	Tabanidae	<i>Tabanus</i>										2
		<i>Molophilus</i>										2
	Tipulidae	<i>Tipula</i>										3
		<i>Hexatoma</i>										4
	N.I.	<i>N.I.</i>										4
		<i>Austrelmis</i>										7
		<i>Disersus</i>										1
	Elmidae	<i>Heterelmis</i>										7
		<i>Macrelmis</i>										5
Coleoptera		<i>Phanocerus</i>										3
	Psephenidae	<i>Psephenops</i>										4
	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>										5
	Scirtidae	<i>Scirtidae</i>										3
		Total taxa (n°)	17	24	28	17	16	26	25	153		

R1, R2, R3: Rumichaca; Roc: Roccocha; LI: Llunckumayo; Es: Espinco; Tu: Tunkimayo

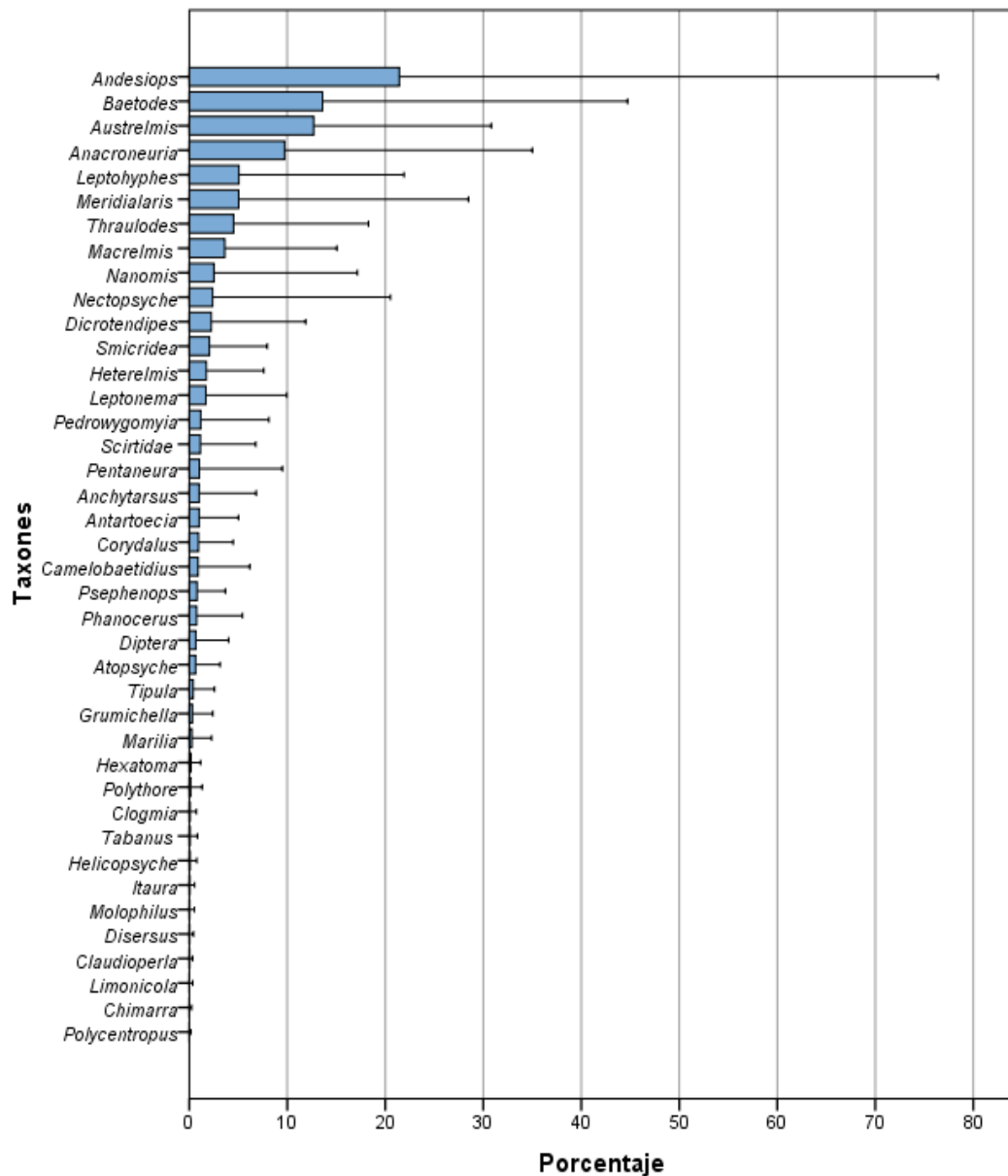


Figura 1. Abundancia relativa de los taxones pertenecientes a la comunidad macroinvertebrada acuática según zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Tabla 4. Número total de organismos (por taxa) de la comunidad macroinvertebrada acuática capturados en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Taxa	Altitud (msnm)							Total ind. (n°)
	Río Rumichaca			Ríos tributarios				
	3 697	1 907	1 389	3 272	2 759	1 906	1 865	
<i>Andesiops</i>	995	19	7	950	268	7	12	2258
<i>Austrelmis</i>	180	78	13	196	196	39	60	762
<i>Baetodes</i>	2	103	182	1	174	93	97	652
<i>Meridialaris</i>	278	4	8	2	8	8	16	324
<i>Anacroneuria</i>	0	114	37	1	68	53	39	312
<i>Leptohyphes</i>	0	29	76	24	56	48	11	244
<i>Macrelmis</i>	0	16	5	0	9	107	23	160
<i>Thraulodes</i>	0	14	60	0	0	51	21	146
<i>Nanomis</i>	1	16	11	0	0	57	49	134
<i>Dicrotendipes</i>	6	11	19	51	27	1	6	121
<i>Nectopsyche</i>	0	0	0	0	0	102	0	102
<i>Antartoecia</i>	81	14	0	0	1	0	2	98
<i>Pedrowygomyia</i>	53	0	4	41	0	0	0	98
<i>Smicridea</i>	0	35	22	0	8	13	15	93
<i>Camelobaetidius</i>	0	49	13	0	0	2	9	73
<i>Scirtidae</i>	34	0	0	14	23	0	0	71
<i>Heterelmis</i>	4	3	29	8	6	12	6	68
<i>Leptonema</i>	0	42	1	0	0	0	9	52
<i>Pentaneura</i>	2	0	1	18	20	0	0	41
<i>Corydalus</i>	0	3	10	0	0	19	4	36
<i>Atopsyche</i>	10	5	10	0	8	2	1	36
<i>Tipula</i>	12	0	0	23	1	0	0	36
<i>Anchytarsus</i>	1	1	7	0	0	17	6	32
<i>Psephenops</i>	0	4	4	0	0	17	6	31
<i>Marilia</i>	0	17	2	4	2	0	0	25
<i>Phanocerus</i>	0	1	0	0	0	20	4	25
<i>Diptera</i>	0	13	2	0	0	1	8	24
<i>Clogmia</i>	12	0	0	1	0	0	0	13
<i>Grumichella</i>	0	1	0	0	0	9	1	11
<i>Hexatoma</i>	0	1	1	0	0	5	2	9
<i>Polythore</i>	0	0	0	0	0	7	1	8
<i>Helicopsyche</i>	2	0	0	0	0	4	0	6
<i>Molophilus</i>	1	0	0	5	0	0	0	6
<i>Tabanus</i>	0	0	2	0	0	0	1	3
<i>Claudioperla</i>	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Itaura</i>	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Chimarra</i>	0	0	1	0	0	1	0	2
<i>Polycentropus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Limonicola</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Disersus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
Total taxa (n°)	1674	593	530	1342	875	695	410	6119

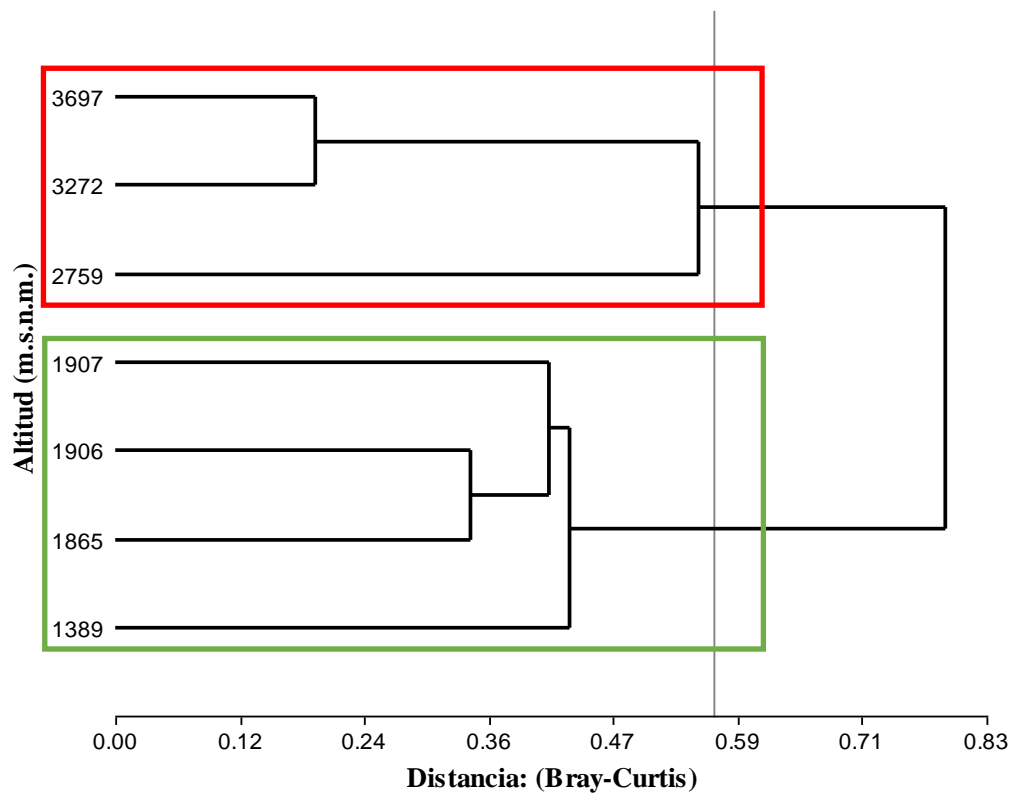


Figura 2. Dendrograma de similitud de las zonas de muestreo (altitud) considerando la composición y abundancia de los macroinvertebrados en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Correlación cofenética= 0.834

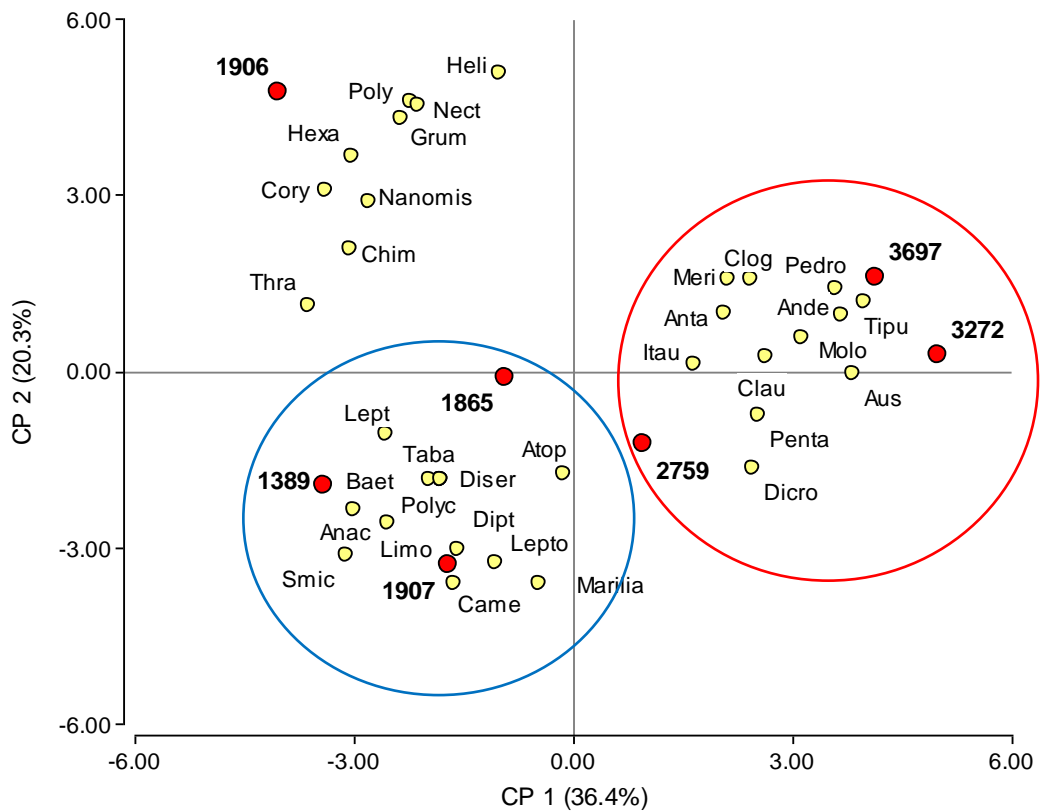


Figura 3. Análisis de componentes principales (biplot) en base a la composición y abundancia de la comunidad macroinvertebrada según la altitud de las zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Anac: *Anacroneuria*; Ande: *Andesiops*; Anta: *Antartoecia*; Atop: *Atopsyche*; Aus: *Austrelmis*; Baet: *Baetodes*; Came: *Camelobaetidius*; Chim: *Chimarra*; Clau: *Claudioperla*; Clog: *Clogmia*; Cory: *Corydalus*; Dicro: *Dicrotendipes*; Dipt: *Diptera*; Diser: *Disersus*; Grum: *Grumichella*; Heli: *Helicopsyche*; Hexa: *Hexatoma*; Itau: *Itaura*; Lept: *Leptohyphes*; Lepto: *Leptonema*; Limo: *Limonicola*; Mari: *Marilia*; Meri: *Meridalaris*; Molo: *Molophilus*; Nect: *Nectopsyche*; Pedro: *Pedrowygomyia*; Penta: *Pentaneura*; Polyc: *Polycentropus*; Poly: *Polythore*; Smic: *Smicridea*; Taba: *Tabanus*; Thra: *Thraulodes*; Tipu: *Tipula*

Tabla 5. Correlación de Rho de Sperman (coeficiente y significancia) de la altitud de muestreo con los componentes de la comunidad macroinvertebrada en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

N°	Taxas	Sperman	Altitud (msnm)	N°	Taxas	Sperman	Altitud (msnm)
1	<i>Andesiops</i>	Coef. Correlac. p	0,797** 0,00	21	<i>Chimarra</i>	Coef. Correlac. p	-0,20 0,21
2	<i>Baetodes</i>	Coef. Correlac. p	-0,579** 0,00	22	<i>Polycentropus</i>	Coef. Correlac. p	-0,24 0,13
3	<i>Camelobaetidius</i>	Coef. Correlac. p	-0,377* 0,01	23	<i>Limonicola</i>	Coef. Correlac. p	-0,24 0,13
4	<i>Nanomis</i>	Coef. Correlac. p	-0,30 0,06	24	<i>Dicrotendipes</i>	Coef. Correlac. p	0,25 0,11
5	<i>Leptohyphes</i>	Coef. Correlac. p	-0,25 0,11	25	<i>Pentaneura</i>	Coef. Correlac. p	0,28 0,08
6	<i>Meridialaris</i>	Coef. Correlac. p	0,440** 0,00	26	<i>Clogmia</i>	Coef. Correlac. p	0,451** 0,00
7	<i>Thraulodes</i>	Coef. Correlac. p	-0,785** 0,00	27	<i>Pedrowygomyia</i>	Coef. Correlac. p	0,576** 0,00
8	<i>Polythore</i>	Coef. Correlac. p	-0,14 0,37	28	<i>Tabanus</i>	Coef. Correlac. p	-0,28 0,07
9	<i>Claudioperla</i>	Coef. Correlac. p	0,23 0,15	29	<i>Molophilus</i>	Coef. Correlac. p	0,28 0,07
10	<i>Anacroneuria</i>	Coef. Correlac. p	-0,462** 0,00	30	<i>Tipula</i>	Coef. Correlac. p	0,671** 0,00
11	<i>Corydalus</i>	Coef. Correlac. p	-0,511** 0,00	31	<i>Hexatoma</i>	Coef. Correlac. p	-0,28 0,07
12	<i>Itaura</i>	Coef. Correlac. p	0,00 1,00	32	<i>Diptera</i>	Coef. Correlac. p	-0,334* 0,03
13	<i>Helicopsyche</i>	Coef. Correlac. p	0,14 0,39	33	<i>Austrelmis</i>	Coef. Correlac. p	0,744** 0,00
14	<i>Atopsyche</i>	Coef. Correlac. p	0,06 0,69	34	<i>Disersus</i>	Coef. Correlac. p	-0,24 0,13
15	<i>Leptonema</i>	Coef. Correlac. p	-0,395** 0,01	35	<i>Heterelmis</i>	Coef. Correlac. p	-0,28 0,07
16	<i>Smicridea</i>	Coef. Correlac. p	-0,487** 0,00	36	<i>Macrelmis</i>	Coef. Correlac. p	-0,451** 0,00
17	<i>Nectopsyche</i>	Coef. Correlac. p	-0,09 0,56	37	<i>Phanocerus</i>	Coef. Correlac. p	-0,21 0,19
18	<i>Grumichella</i>	Coef. Correlac. p	-0,15 0,34	38	<i>Psephenops</i>	Coef. Correlac. p	-0,431** 0,00
19	<i>Antartoecia</i>	Coef. Correlac. p	0,460** 0,00	39	<i>Anchytarsus</i>	Coef. Correlac. p	-0,393* 0,01
20	<i>Marilia</i>	Coef. Correlac. p	0,01 0,92	40	<i>Scirtidae</i>	Coef. Correlac. p	0,779** 0,00

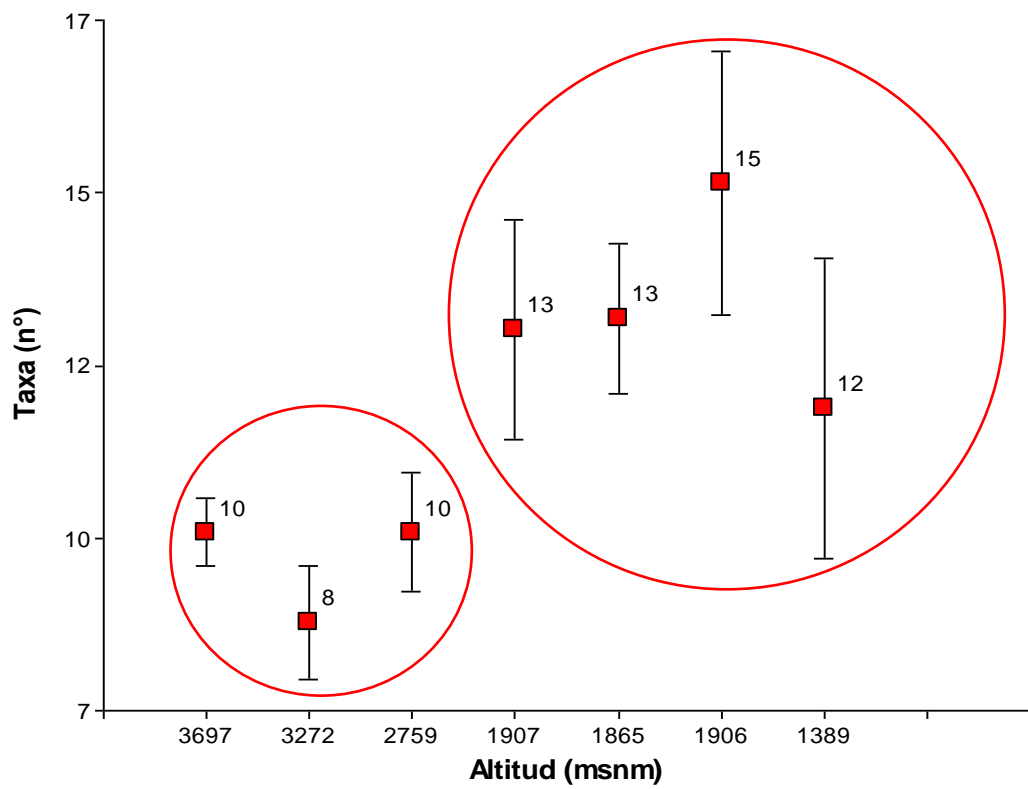


Figura 4. Diagrama de dispersión del número de taxa (media, máximo y mínimo) registrados por muestreo en función de la altitud, río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

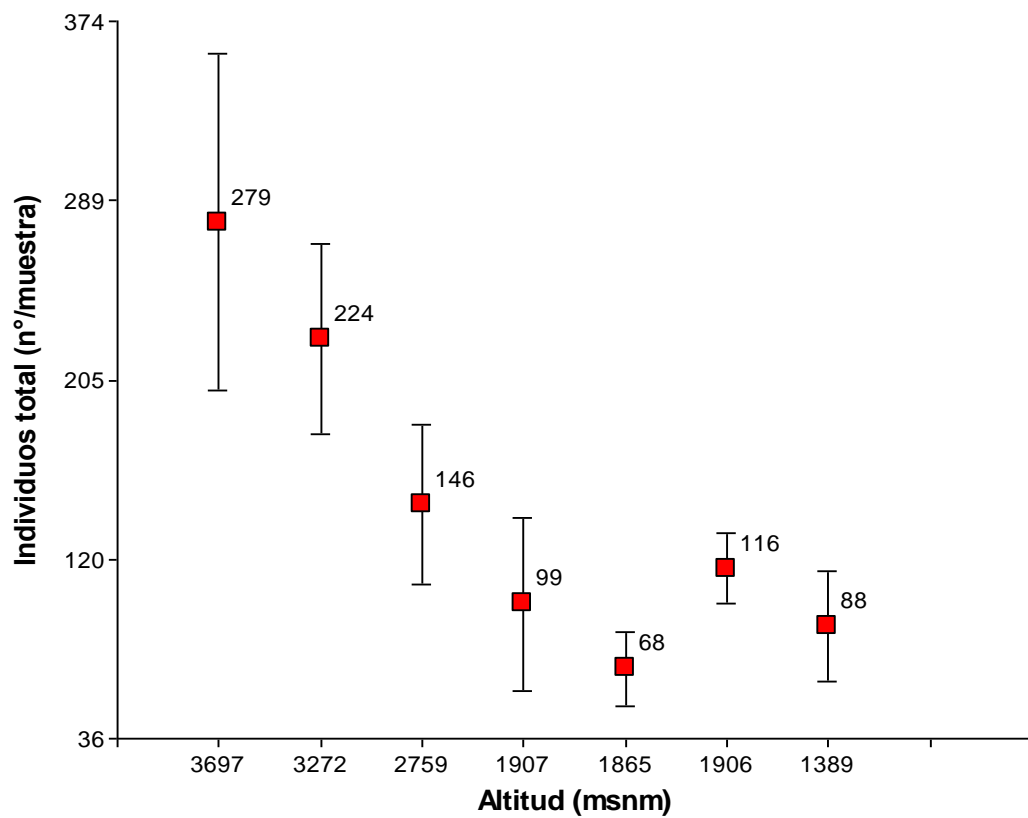


Figura 5. Diagrama de dispersión del número de individuos colectados (media, máximo y mínimos) por muestreo en función de la altitud de las zonas de muestreo (altitud), río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

V. DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestra los valores promedios y la desviación típica de las características fisicoquímicas determinadas en el agua del río Rumichaca y cuatro de sus tributarios. El pH, en todos los casos, fue alcalino con valores promedios mínimos de 7,6 y máximos de 8, la conductividad fluctuó desde 198,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 341,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sólidos disueltos totales de 98,3 a 175 ppm, mientras que la temperatura desde 11,2 a 19 °C. La prueba de Kruskal-Wallis registra diferencia significativa ($p < 0,05$) para las cuatro características, por lo que estadísticamente existe diferencia entre las zonas muestreadas. Con respecto a las zonas ubicadas en el río Rumichaca, se registra incremento de los valores de la conductividad, sólidos disueltos totales y la temperatura a medida que discurre, así en la naciente del río se registró una media de 198,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en la zona más distante en su recorrido, 341,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en los sólidos disueltos totales de 98,3 ppm a 170 ppm y en la temperatura del agua de 11,2 °C a 19°C; mientras que en el pH, se observa la reducción de 8 a 7,4. En los cuatro tributarios (en los que se ubicó una zona de muestreo), Lluncckumayo (LI) presentó los mayores valores de conductividad eléctrica, así como de sólidos disueltos totales; Roccocha (Roc) en cuanto a pH y Tunkimayo (Tu) en caso de la temperatura. El agua que conducen los ríos, transporta materia en solución (Dodds y Whiles, 2019b) y forma particulada proveniente de áreas aledañas dentro de la cuenca donde se halla (Encalada et al., 2019; Lampert y Sommer, 2007; Pérez y Restrepo, 2008), así como del lecho del cauce, determinando que las características fisicoquímicas del agua sean muy variables, adicionalmente las características climáticas, biológicas, entre otras, también tiene determinante influencia (Serna, 2020). También es notorio que la cantidad de sólidos en solución en el agua se incrementa a medida que los río discurren, es por ello que se afirma que a mayor orden de los ríos mayores valores de conductividad

eléctrica, sólidos disueltos totales y dureza (Elosegui, 2009), característica que se observa en el río Rumichaca que fue muestreado en tres diferentes altitudes; sin embargo se tiene que considerar que podría existir otros factores adicionales, como la presencia de fuentes de agua subterránea que por lo general tienen una mayor cantidad de sólidos disueltos, además de presentar iones que no son comunes en cuerpos de aguas superficiales (Hauer y Lamberti, 2011). La distribución y abundancia de los organismos acuáticos, como los macroinvertebrados, está determinado por las características fisicoquímicas del agua, caso de los cloruros (salinidad) por su directa influencia en la presión osmótica, donde a mayor concentración más resistencia ambiental a la presencia de especies (Begon y Townsend, 2021). Otro aspecto interesante a resaltar es que a medida que la dureza y alcalinidad se incrementan, mayor es la diversidad, incluso la abundancia debido a que la productividad se incrementa (Sierra, 2021).

En la Tabla 3, se muestra la composición de la comunidad macroinvertebrada acuática según la altitud de las zonas de muestreo ubicadas en el río Rumichaca y cuatro tributarios, sistema fluvial cuya naciente está próxima a la localidad de Unión Libertad de Rumichaca. Se registró la presencia de 40 taxones (géneros), pertenecientes a 26 familias y 7 órdenes, los que varían según sea el río o la zona muestreada. Para el caso del río Rumichaca, que se muestreó en altitudes diferentes, se registró 17, 24 y 28 taxones para R1, R2 y R3, respectivamente, siendo la zona con menor altitud, la más diversa; en los tributarios se registró un menor número de taxones, para Roccocha 17, Lluncckumayo 16, Espinco 26 y Tunkimayo 25. Las condiciones ambientales son determinantes para la presencia de determinados organismos, los ríos al ser ambientalmente diferentes, fisicoquímica de sus aguas, morfología del lecho, la vegetación ribereña, entre otras (Allan y Castillo, 2007), condiciona las características de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos, tanto en la composición y abundancia (Villamarín, 2012). El número de taxones hallados en esta investigación, es menor a lo reportado por Arana et al., (2021), en un sistemas lótico con similares características, en una gradiente que va de 398 a 2 411 m.s.n.m., hallaron un total de 56 taxones, esa mayor riqueza, probablemente se deba a que los muestreos se realizaron en mayor rango de gradiente altitudinal con la posibilidad de haber abarcado una mayor variedad de hábitats y microhábitats.

El orden Trichoptera, fue la más diversa en la zona de estudio, se registró 11 taxones, seguida de Diptera con 10, Coleoptera con 8 y 7 en Ephemeroptera, mientras que Odonata y Magloptera presentaron solo uno. De acuerdo a la distribución espacial que presentaron los taxones (géneros), podemos identificar a aquellos con amplia distribución, registrados en todas las zonas de muestreo, caso de *Andesiops*, *Baetodes* y *Meridilaris* (Ephemeroptera), dentro de Cololeoptera a *Austrelmis* y *Heterelmis* y para Diptera solo *Dicrotendipes*. Se tiene taxones que fueron registrados en una sola zona, como *Helicopsyche*, *Nectopsyche*, *Chimarra* y *Limonicola* dentro de Trichoptera; *Clognia* y *Molophilus* (Diptera) y en Coleoptera, solo *Disersus*. Los seres vivos están adaptado a sobrevivir en las condiciones que les plantea el ambiente donde han evolucionado (Krebs, 2014) con rangos de tolerancia que comprende a las variables ambientales; sin embargo, existen especies con rangos de tolerancia son más amplios que hace que sean más tolerantes a las variaciones ambientales, los que son denominados euritípicos; por otro lado, también existen especies con rangos más estrechos, siendo más susceptibles a la heterogeneidad ambiental los que son denominados como estenotípicos (Molles, 2006; Ramírez, 1999).

En la Figura 1, se muestra la abundancia relativa promedio y la desviación típica de los 40 taxones hallados en las siete zonas de muestreo. En términos generales, se observa la presencia de taxones que son numéricamente más abundantes, siendo estas, *Andesiops* (21,4%), *Baetodes* (13,6%), *Austrelmis* (12,7%) y *Anacroneuria* (9,7%) que representan el 57,5% de la abundancia (dominantes); también existen taxones cuyas abundancias son mucho menores a los que podríamos llamarlos como raros, dentro de ellos tenemos a 36 con abundancias igual o menores al 5%. Otro aspecto a resaltar es el registro de valores de desviación típica cuyo valor son superiores a la media, indicativo de que las abundancias registradas presentaron rangos extremos; es decir que hubo zonas y/o meses de muestreo con registros de abundancia extremos. La abundancia de las poblaciones al igual que su presencia, está determinado por muchos factores (multifactorial), dentro de los cuales se halla los ambientales (temperatura, magnitud de la insolación, pH, velocidad de la corriente, características del lecho, entre muchos otros) y los biológicos, en la que las relaciones interespecíficas como la competencia y depredación influyen en la densidad (Begon & Townsend, 2021; Smith & Smith, 2007). Si las condiciones

ambientales y biológicas, son adecuadas para un taxón, éste estará siempre presente con abundancias elevadas (dominante), caso contrario pueden hasta desaparecer, en ese caso son considerados como raros (Ramírez, 1999; Smith y Smith, 2007). Lo hallado en las abundancias de los taxones, nos refiere que son pocos los taxones abundantes (dominantes) y la mayoría son poco abundantes (raros) (Krebs, 2014; Miller, 2006). La variabilidad de las abundancias en los componentes de los macroinvertebrados son extremadamente cambiantes en un ciclo anual, posiblemente condicionados por variables ambientales que son cambian en extremo en ese período de tiempo, la ocurrencia de lluvias es uno de los más importantes ya que tiene importante influencia sobre el caudal y la velocidad de la corriente, determinando el efecto de “lavado y arrastre” de la comunidad; mientras que en su ausencia ocurre lo contrario, la concentración de los organismos (García et al., 2022). Los ríos tropicales andinos, como es el caso del sistema fluvial estudiado se caracteriza por presentar un régimen hidrológico unimodal, referido a la presencia de lluvias que introducen cambios importantes en los ríos como es el incremento del caudal (Flores, 2019).

La Tabla 4, muestra el número total de organismos (taxa) capturados en el río Rumichaca y cuatro tributarios durante la investigación, considerando la altitud de las zonas de muestreo. La abundancia es muy variable como ya se describió anteriormente, con taxones abundantes en determinadas zonas de muestreo (altitudes), mientras que en otros apenas están presentes o incluso no fueron registrados. *Andesiops*, en el río Rumichaca a 3 697 msnm, presenta abundancias máximas de 995 individuos, para luego a 1 389 msnm reducirse a 7 individuos, es decir decrece con la disminución de la altitud, comportamiento similar lo presentan *Austrelmis*, *Antartoecia*, *Pedrowygomyya*, entre otros. Existe otro grupo de taxones cuyas abundancias se incrementan a medida que la altitud disminuye, como *Baetodes*, con abundancia de dos individuos a 3 697 msnm, para incrementarse hasta 182 individuos a 1 389 msnm, semejante comportamiento se registra para *Anacroneuria*, *Leptohyphes*, *Thraulodes*, *Nanomis*, *Dicrotendipes*, *Smicredea*, entre otros. En los ríos tributarios, con una sola zona de muestreo, pese a diferencias en sus características fisicoquímicas, se observa tendencias similares a lo descrito para el río Rumichaca. Está demostrado que la riqueza de las comunidades biológicas está influenciado por la latitud y altitud, existiendo una relación inversa, es decir a mayor latitud y altitud menor es la riqueza; para el caso de los macroinvertebrados acuáticos

necesariamente no se ajusta a la relación descrita, ya que mayor es su riqueza a altitudes intermedias (Jacobsen y Dangles, 2012). A mayor altitud las condiciones ambientales son más limitativas para los seres vivos, debido a la existencia de una menor presión atmosférica que determina una menor concentración de oxígeno en el agua, menor temperatura, mayor insolación (Dudgeon, 2011). En otros trabajos de investigación, de acuerdo a la altitud en los que se llevaron a cabo, se reporta la presencia de determinados géneros; caso de *Claudioperla* y *Meridialaris* presentan abundancias elevadas en arroyos asociados a bofedales (a una altitud de 4 500 msnm), mientras que otros, caso de *Baetodes*, *Thraulodes*, *Camelobaetidius*, *Smicridea* y otros no son reportados siquiera (Carrasco et al., 2020). En ríos a menor altitud, como el río Pampas y un tributario (Cangallo, Ayacucho) ubicado a una altitud de 2 500 msnm, no reporta la presencia de taxa como *Claudioperla*, pero si otras como *Corydalus* (Ayala, 2018). En nuestros resultados, también se determinó que el número total de individuos colectados por muestreo disminuyen con la altitud, en el río Rumichaca, se colectó un total de 1 674 individuos a una altitud de 3 697 msnm y 530 en 1 389 msnm, resultados semejantes se hallaron para los tributarios, a una altitud de 3 272 msnm se colectó 1 342 individuos disminuyendo a 410 a una altitud de 1865 msnm. Al comparar las altitudes de muestreo según las abundancias de los taxones registrados mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 6), se halló significancia en 24 de los 40 taxones hallados, por lo que sus abundancias difieren según la altitud. La disminución de la riqueza y diversidad de los macroinvertebrados con la altitud está recurrentemente comprobado, pero no observa una relación lineal (Dudgeon, 2011), lo que determina que espacialmente existe mayor disponibilidad en dichos hábitats acuáticos, estimulando el incremento de la abundancia en algunos taxa

En la Figura 2, se observa el dendograma de similitud (Bray-Curtis) de las zonas de muestreo considerando su altitud en función de la composición y abundancia de los macroinvertebrados. A una distancia aproximada de 0,57 unidades, se forma dos conglomerados, la primera constituida por las zonas de muestreo de mayor altitud, ubicados en los ríos Rumichaca (R1), Roccocha (Roc) y Lluncckumayo (Li) que se hallan entre los 3 697 y 2 759 msnm; mientras que la segunda conformado por las zonas ubicadas a menor altitud, Rumichaca (R2), Tunkimayo (Tu), Espinco (Es) y Rumichaca (R3) en el rango de los 1 907 a 1 389 msnm. El primer conglomerado se caracteriza por presentar un menor

número de taxones (entre 16 a 17) y mayor abundancia (se colectó un total de 3 891 individuos), en comparación con el segundo que presenta un mayor número, de 24 a 28, con menores abundancias (se colectó un total de 2 228 individuos). Complementariamente, se realizó el análisis de componentes principales, donde los dos primeros componentes explican el 56,7% de la varianza, donde la ordenación es similar a lo obtenido en los conglomerados. En la figura 3, se observa la agrupación en un mismo sector (derecho) de las zonas de muestreo ubicadas a mayor altitud, con taxones que frecuentemente son reportadas bajo dichas condiciones (*Claudioperla*) o que son de mayor abundancia (*Andesiops*, *Pedrowygomysia*, *Meridialaris*, *Tipula*, entre otros). Mientras que, en el izquierdo, se hallan las zonas con menor altitud (con cierto alejamiento de la zona ubicada a 1 906 msnm), con taxones que son abundantes a menor altitud (*Anacroneuria*, *Camelobaetidius*, *Leptonema*, *Smicridea*, entre otro). Los métodos estadísticos de ordenación confirman el efecto que ejerce la altitud sobre la composición y abundancia de los macroinvertebrados, como consecuencia de los cambios en las características de los sistemas lóticos, como las características fisicoquímicas del agua, tipo de lecho, disponibilidad y tipo de alimento, lo que se ajusta a la teoría del "río continuo" (Vannote et al., 1980).

En la Tabla 5, se muestra el coeficiente y la significancia de la correlación de Rho de Spearman de la abundancia de los taxa hallados con la altitud de las zonas de muestreo. Se halló correlación directa y significancia estadística ($p < 0,05$) para *Andesiops*, *Leptohyphes*, *Grumichella*, *Pentaneura*, *Clognia*, *Molophilus* y Scirtidae, por lo que sus abundancias se incrementan con la altitud. Por otro lado, se halló relación negativa ($p > 0,05$) en *Baetodes*, *Camelobaetidius*, *Thraulodes*, *Anacroneuria*, *Corydalis*, *Leoptonema*, *Smicridea*, *Macrelmis*, *Psephenops* y *Anchytarsus*, siendo dichos taxa más abundantes a medida que la altitud de las zonas de muestreo disminuyen. Como ya se mencionó, los organismos habitan ambientes donde las condiciones ambientales se hallan dentro de su rango de tolerancia, por lo que las variaciones también afectará sus abundancias (incremento o decremento) (Ramírez, 1999).

Con la finalidad de determinar el efecto de la altitud sobre la riqueza de géneros (taxa), se muestra la Figura 4, con los promedios y los valores máximos y mínimos del número de taxa hallados. Se observa que a mayor altitud (3 697 a 2 759 msnm) se presentan un menor número de taxa (de 8 a 10); mientras que, menor altitud (1 907 a 1389 msnm) hay una tendencia de incremento del número de taxa (de 13 a 15).

En la Figura 5, se muestra el número de individuos colectados por muestra según la altitud de las zonas de colecta, se observa una disminución gradual a medida que también disminuye la altitud. A una altitud de 3 697 msnm, se colectó en promedio 279 individuos, disminuyendo hasta 68 individuos a 1 865 msnm, para luego observar solo ligeras variaciones a menores altitudes.

VI. CONCLUSIONES

1. Las características fisicoquímicas del río Rumichaca y cuatro tributarios, son variables tanto espacial como temporalmente, con tendencia de incremento de la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y temperatura a medida que discurren a menor altitud.
2. En el río Rumichaca y sus cuatro afluentes se hallaron 40 taxa, perteneciente a 26 familias y 7 órdenes, cuya composición y abundancia cambia según la altitud de las zonas de muestreo. Nueve taxa se distribuyeron en todas las zonas de muestreo (*Andesiops Austrelmis*, *Baetodes*, *Meridialaris*, *Nanomis*, *Dicrotendipes*, *Heterelmis*, *Atopsyche* y *Anchytarsus*), así mismo, la riqueza de géneros disminuye con el incremento de la altitud.
3. La altitud influye significativamente ($p < 0,05$) sobre la abundancia de muchos taxa, siendo dicha relación positiva con *Andesiops*, *Leptohyphes*, *Grumichella*, *Pentaneura*, *Clognia*, *Molophilus* y Scirtidae y de manera negativa sobre *Baetodes*, *Camelobaetidius*, *Thraulodes*, *Anacroneuria*, *Corydalus*, *Leptonema*, *Smicridea*, *Macrelmis*, *Psephenops* y *Anchytarsus*. Así mismo, se registra relación directa con el número total de organismos registrados.
4. Existe mayor similitud de la comunidad macroinvertebrada acuática ubicadas entre los 3 697 a 2 759, así como aquellas que se hallan entre 1 389 a 1 907 msnm, existiendo taxones asociados a esos dos grupos, en las zonas más altas son dominantes *Andesiops*, *Pedrowygomyia*, *Meridialaris*, *Tipula*, mientras que en las de menor altitud *Anacroneuria*, *Camelobaetidius*, *Leptonema*, *Smicridea*.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Realizar investigaciones sobre macroinvertebrados acuáticos abarcando todo un período anual con la finalidad de determinar las posibles sucesiones de poblaciones como influencia de los factores ambientales y biológicos.
- b. Realizar investigaciones que permita estimar el grado de tolerancia de las especies a la variación de los factores ambientales que permita calibrar índices de calidad ecológica basada en dicha comunidad con la finalidad de ser empleados como bioindicadores.
- c. Realizar estudios de ecología funcional que permita determinar el papel que cumplen (a nivel trófico) los componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática y mediante ella determinar su importancia en el funcionamiento de dicho ecosistema

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). *Stream Ecology: Structure and function of running waters*. Springer Science & Business Media.
- Arana, J., Tolentino, D. Á., Miranda, R., Tobes, I., Araujo-Flores, J., Carrasco-Badajoz, C., & Rayme-Chalco, C. (2021). Distribución altitudinal de macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables ambientales en un sistema fluvial amazónico (Perú). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(177), 1097-1112. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1436>
- Arana Maestre, J., Carrasco Badajoz, C., Coayla Peñaloza, P., Rayme Chalco, C., & Sánchez Peña, M. (2021). Aquatic Macroinvertebrates of Arid and Semi-Arid Ecosystems of Peru. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 320. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.658940>
- Ayala Quispe, L. E. (2018). *Comunidad macroinvertebrada y características fisicoquímicas de dos ríos del distrito de Cangallo, Ayacucho 2016—2017*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Begon, M., & Townsend, C. R. (2021). *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. John Wiley & Sons.
- Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R.-P., Ayala, Y., Arana, J., Aponte, H., Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R.-P., Ayala, Y., Arana, J., & Aponte, H. (2020). Macroinvertebrados acuáticos en arroyos asociados con bofedales altoandinos, Ayacucho Perú. *Revista de Biología Tropical*, 68, 116-131. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44344>
- Cauvy-Fraunié, S., Andino, P., Espinosa, R., Jacobsen, D., & Dangles, O. (2015). Temporal scaling of high flow effects on benthic fauna: Insights from equatorial glacier-fed streams. *Limnology and Oceanography*, 60(5), 1836-1847. <https://doi.org/10.1002/lno.10137>
- Chacón, M. Y. (2017). *Análisis físico y químico de la calidad del agua*. Ediciones USTA.
- Chará-Serna, A. M., Chará, J. D., Zúiga, M. C., Pedraza, G. X., & Giraldo, L. P. (2010). Trophic classification of aquatic insects in eight sheltered streams of the Colombian coffee ecoregion. *Universitas Scientiarum*, 15(1), 27-36. Scopus.
- Díaz-Rojas, C.-A., Motta-Díaz, Á.-J., Aranguren-Riaño, N., Díaz-Rojas, C.-A., Motta-Díaz, Á.-J., & Aranguren-Riaño, N. (2020). Estudio de la diversidad

- taxonómica y funcional de los macroinvertebrados en un río de montaña Andino. *Revista de Biología Tropical*, 68, 132-149. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44345>
- Dodds, W., & Whiles, M. (2019a). *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology*. Academic Press.
- Dodds, W., & Whiles, M. (2019b). *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology*. Academic Press.
- Dominguez, E., Molineri, C., & Nieto, C. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología*.
- Dominguez, H., & Fernández, C. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Dudgeon, D. (2011). *Tropical Stream Ecology*. Elsevier.
- Elosegui, A. (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (1.ª ed.). Fundación BBVA.
- Encalada, A., Suarez, E., Mena, C., Lessmann, J., Guayasamin, J., Sampedro, C., Martinez, P., Ochoa-Herrera, V., Swing, K., Celinscak, M., Vieira, J., Tapia, A., Schreckinger, J., Serrano, C., Barragán Figueroa, K., Andrade, S., Alexiades, A., & Troya, M. (2019). *Los ríos de las cuencas Andino-Amazónicas: Herramientas y guía de invertebrados para el diseño efectivo de programas de monitoreo*.
- Flores Rendón, C. B. (2019). *Tipología de ríos en el Ecuador: Análisis del régimen del caudal* [Quito]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8312>
- García, C. A. P., Turizo, C. E. T., & Labastidas, T. K. S. (2022). Colonización por macroinvertebrados acuáticos en dos sustratos en un río de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Caldasia*, 44(3), Article 3. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n3.94127>
- García-Ríos, R., Moi, D. A., & Peláez, O. E. (2020). Effects of an altitudinal gradient on benthic macroinvertebrate assemblages in two hydrological periods in a Neotropical Andean river. *Ecología austral*, 30(1), 33-44.
- Hauer, F. R., & Lamberti, G. A. (2011). *Methods in Stream Ecology*. Academic Press.
- Hauer, F. R., & Lamberti, G. A. (2017). *Methods in Stream Ecology: Volume 1: Ecosystem Structure*. Academic Press.
- Hribljan, J. A., Suarez, E., Bourgeau-Chavez, L., Endres, S., Lilleskov, E. A., Chimbolema, S., Wayson, C., Serocki, E., & Chimner, R. A. (2017). Multisensor remote sensing reveals high density of carbon-rich

- mountain peatlands in the páramo of Ecuador. *Global Change Biology*, 23(12), 5412-5425. <https://doi.org/10.1111/gcb.13807>
- Huanachin Quispe, A. C., & Huamantincó Araujo, A. A. (2018). Composición y estructura de la comunidad de coleópteros acuáticos (Insecta: Coleoptera) a lo largo de un gradiente altitudinal, Cusco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 25(2), 131-140. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i1.13818>
- Jacobsen, D., & Dangles, O. (2012). Environmental harshness and global richness patterns in glacier-fed streams. *Global Ecology and Biogeography*, 21(6), 647-656. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00699.x>
- Krebs, C. J. (2014). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Pearson.
- Lampert, W., & Sommer, U. (2007). *Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams*. OUP Oxford.
- Miller, G. T. (2006). *Essentials of Ecology*. Thomson, Brooks/Cole.
- Molles, M. C. (2006). *Ecología: Conceptos y aplicaciones*. McGraw Hill Education, McGraw-Hill Interamericana.
- Oliveros-Villanueva, J. D., Tamaris-Turizo, C. E., Serna-Macias, D. J., Oliveros-Villanueva, J. D., Tamaris-Turizo, C. E., & Serna-Macias, D. J. (2020). Larvas de Trichoptera en un gradiente altitudinal en un río neotropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 493-506. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1148>
- Oyague-Passuni, E. (2009). Discusión sobre el número de unidades muestrales y tamaño de unidad muestral para la estimación de valores de densidad de macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos. *Ecología Aplicada*, 8(1-2), 61-70.
- Pérez, G. R. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo para la Protección del Medio Ambiente «José Celestino Mutis».
- Pérez, G. R., & Restrepo, J. J. R. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Universidad de Antioquia.
- Ramírez, A. (1999). *Ecología aplicada: Diseño y análisis estadístico*. U. Jorge Tadeo Lozano.
- Ríos-Touma, B., Prat, N., & Encalada, A. C. (2012). Invertebrate drift and colonization processes in a tropical Andean stream. *Aquatic Biology*, 14(3), 233-246. <https://doi.org/10.3354/ab00399>

- Roldan, G. P., & Restrepo, J. J. R. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Universidad de Antioquia.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: Cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274. <https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.335>
- Serna López, J. P. (2020). *Análisis de la estabilidad ecológica de un reoambiente a lo largo de un gradiente altitudinal a través de los macroinvertebrados acuáticos y el procesamiento digital de imágenes*. <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/17307>
- Sierra, C. A. (2021). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U.
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2007). *Ecología*. Pearson Educación.
- Solís, E. (2021). *Macroinvertebrados Del Rio Súa Como Bioindicadores De Calidad Ambiental A Lo Largo De Su Pendiente Altitudinal* [Thesis, Ecuador - PUCESE - Escuela de Gestión Ambiental]. <http://localhost/xmlui/handle/123456789/2773>
- Tamaris-Turizo, C. E., Pinilla-A, G. A., & Muñoz, I. (2018). Trophic network of aquatic macroinvertebrates along an altitudinal gradient in a Neotropical mountain river. *Revista Brasileira de Entomologia*, 62(3), 180-187. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2018.07.003>
- Tundisi, J. G., & Tundisi, T. M. (2012). *Limnology*. CRC Press.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 130-137. <https://doi.org/10.1139/f80-017>
- Villamarín Flores, C. P. (2012). *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*. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/35325>
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Gulf Professional Publishing.
- Xu, M., Zhao, N., Zhou, X., Pan, B., Liu, W., Tian, S., & Wang, Z. (2018). Macroinvertebrate Biodiversity Trends and Habitat Relationships within Headwater Rivers of the Qinghai-Tibet Plateau. *Water*, 10(9), 1214. <https://doi.org/10.3390/w10091214>

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks para las características fisicoquímicas del agua del río Rumichaca y cuatro tributarios.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)	42	268,33	72,48	0,92	0,0314
pH	42	7,79	0,38	0,96	0,5473
Sólidos disueltos totales (ppm)	42	135,48	37,36	0,91	0,0148
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	42	15,00	3,35	0,92	0,0262

Anexo 2. Resultado de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks para las abundancias de los taxones hallados en el río Rumichaca y cuatro tributarios.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<i>Andesiops</i>	42	53,76	103,34	0,61	<0,0001
<i>Baetodes</i>	42	15,52	22,13	0,74	<0,0001
<i>Camelobaetidius</i>	42	1,74	6,95	0,31	<0,0001
<i>Nanomis</i>	42	3,19	9,87	0,40	<0,0001
<i>Leptohyphes</i>	42	5,81	8,67	0,72	<0,0001
<i>Meridialaris</i>	42	7,71	19,14	0,50	<0,0001
<i>Thraulodes</i>	42	3,48	5,54	0,69	<0,0001
<i>Polythore</i>	42	0,19	0,80	0,30	<0,0001
<i>Claudioperla</i>	42	0,05	0,22	0,25	<0,0001
<i>Anacroneuria</i>	42	7,43	8,02	0,84	<0,0001
<i>Corydalus</i>	42	0,86	1,68	0,59	<0,0001
<i>Itaura</i>	42	0,05	0,22	0,25	<0,0001
<i>Helicopsyche</i>	42	0,14	0,68	0,26	<0,0001
<i>Atopsyche</i>	42	0,86	1,57	0,61	<0,0001
<i>Leptonema</i>	42	1,24	3,50	0,43	<0,0001
<i>Smicridea</i>	42	2,21	4,20	0,60	<0,0001
<i>Nectopsyche</i>	42	2,43	8,64	0,34	<0,0001
<i>Grumichella</i>	42	0,26	0,86	0,38	<0,0001
<i>Antartoecia</i>	42	2,33	5,80	0,50	<0,0001
<i>Marilia</i>	42	0,60	2,69	0,28	<0,0001
<i>Chimarra</i>	42	0,05	0,22	0,25	<0,0001
<i>Polycentropus</i>	42	0,02	0,15	0,18	<0,0001
<i>Limonicola</i>	42	0,02	0,15	0,18	<0,0001
<i>Dicrotendipes</i>	42	2,88	6,06	0,54	<0,0001
<i>Pentaneura</i>	42	0,98	3,90	0,30	<0,0001
<i>Clogmia</i>	42	0,31	1,24	0,31	<0,0001
<i>Pedrowygomyia</i>	42	2,33	5,51	0,50	<0,0001
<i>Tabanus</i>	42	0,07	0,34	0,26	<0,0001
<i>Molophilus</i>	42	0,14	0,78	0,22	<0,0001
<i>Tipula</i>	42	0,86	2,19	0,47	<0,0001
<i>Hexatoma</i>	42	0,21	0,52	0,47	<0,0001
Diptera	42	0,57	1,31	0,53	<0,0001
<i>Austrelmis</i>	42	18,14	17,93	0,84	<0,0001
<i>Disersus</i>	42	0,02	0,15	0,18	<0,0001
<i>Heterelmis</i>	42	1,62	2,50	0,68	<0,0001
<i>Macrelmis</i>	42	3,81	7,24	0,61	<0,0001
<i>Phanocerus</i>	42	0,60	1,91	0,40	<0,0001
<i>Psephenops</i>	42	0,74	1,29	0,64	<0,0001
<i>Anchytarsus</i>	42	0,76	2,06	0,46	<0,0001
<i>Scirtidae</i>	42	1,69	3,32	0,59	<0,0001

Anexo 3. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis al comparar las características fisicoquímicas de las zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

	Chi-cuadrado	gl	Sig, asintótica
pH	15,93	6,00	0,01
Conductividad eléctrica (uS/cm)	26,31	6,00	0,00
Solidos disueltos totales (mg/L)	27,68	6,00	0,00
Temperatura (°C)	30,11	6,00	0,00

a, Prueba de Kruskal Wallis

b, Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 4. Abundancia total de los componentes (taxa) de los macroinvertebrados acuáticos según zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Taxas	Zonas de muestreo							Total (n°)
	R1	Roc	LI	R2	Es	Tu	R3	
<i>Andesiops</i>	995	950	268	19	12	7	7	2258
<i>Austrelmis</i>	180	196	196	78	60	39	13	762
<i>Baetodes</i>	2	1	174	103	97	93	182	652
<i>Meridialaris</i>	278	2	8	4	16	8	8	324
<i>Anacroneuria</i>	0	1	68	114	39	53	37	312
<i>Leptohyphes</i>	0	24	56	29	11	48	76	244
<i>Macrelmis</i>	0	0	9	16	23	107	5	160
<i>Thraulodes</i>	0	0	0	14	21	51	60	146
<i>Nanomis</i>	1	0	0	16	49	57	11	134
<i>Dicrotendipes</i>	6	51	27	11	6	1	19	121
<i>Nectopsyche</i>	0	0	0	0	0	102	0	102
<i>Antartoecia</i>	81	0	1	14	2	0	0	98
<i>Pedrowygomyia</i>	53	41	0	0	0	0	4	98
<i>Smicridea</i>	0	0	8	35	15	13	22	93
<i>Camelobaetidius</i>	0	0	0	49	9	2	13	73
<i>Scirtidae</i>	34	14	23	0	0	0	0	71
<i>Heterelmis</i>	4	8	6	3	6	12	29	68
<i>Leptonema</i>	0	0	0	42	9	0	1	52
<i>Pentaneura</i>	2	18	20	0	0	0	1	41
<i>Corydalus</i>	0	0	0	3	4	19	10	36
<i>Atopsyche</i>	10	0	8	5	1	2	10	36
<i>Tipula</i>	12	23	1	0	0	0	0	36
<i>Anchytarsus</i>	1	0	0	1	6	17	7	32
<i>Psephenops</i>	0	0	0	4	6	17	4	31
<i>Marilia</i>	0	4	2	17	0	0	2	25
<i>Phanocerus</i>	0	0	0	1	4	20	0	25
<i>Diptera</i>	0	0	0	13	8	1	2	24
<i>Clogmia</i>	12	1	0	0	0	0	0	13
<i>Grumichella</i>	0	0	0	1	1	9	0	11
<i>Hexatoma</i>	0	0	0	1	2	5	1	9
<i>Polythore</i>	0	0	0	0	1	7	0	8
<i>Helicopsyche</i>	2	0	0	0	0	4	0	6
<i>Molophilus</i>	1	5	0	0	0	0	0	6
<i>Tabanus</i>	0	0	0	0	1	0	2	3
<i>Claudioperla</i>	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Itaura</i>	0	1	0	0	1	0	0	2
<i>Chimarra</i>	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Polycentropus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Limonicola</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Disersus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1

Anexo 5. Abundancia relativa promedio de los componentes (taxa) de los macroinvertebrados acuáticos del río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Taxa	Abundancia relativa promedio (%)
<i>Andesiops</i>	21,44
<i>Baetodes</i>	13,59
<i>Austrelmis</i>	12,70
<i>Anacroneuria</i>	9,72
<i>Leptohyphes</i>	5,06
<i>Meridialaris</i>	5,05
<i>Thraulodes</i>	4,52
<i>Macrelmis</i>	3,61
<i>Nanomis</i>	2,52
<i>Nectopsyche</i>	2,38
<i>Dicrotendipes</i>	2,23
<i>Smicridea</i>	2,05
<i>Heterelmis</i>	1,73
<i>Leptonema</i>	1,69
<i>Pedrowygomyia</i>	1,18
<i>Scirtidae</i>	1,13
<i>Pentaneura</i>	1,01
<i>Anchytarsus</i>	1,00
<i>Antartoecia</i>	1,00
<i>Corydalus</i>	0,95
<i>Camelobaetidius</i>	0,89
<i>Psephenops</i>	0,79
<i>Phanocerus</i>	0,74
<i>Diptera</i>	0,66
<i>Atopsyche</i>	0,64
<i>Tipula</i>	0,38
<i>Grumichella</i>	0,30
<i>Marilia</i>	0,26
<i>Hexatoma</i>	0,18
<i>Polythore</i>	0,15
<i>Clogmia</i>	0,09
<i>Tabanus</i>	0,08
<i>Helicopsyche</i>	0,07
<i>Itaura</i>	0,05
<i>Molophilus</i>	0,05
<i>Disersus</i>	0,03
<i>Claudioperla</i>	0,03
<i>Limonicola</i>	0,03
<i>Chimarra</i>	0,02
<i>Polycentropus</i>	0,01

Anexo 6. Resultado de la prueba de Krukal-Wallis que compara las tres zonas muestreadas ubicadas en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba ^{a,b}			
Taxones	Chi-cuadrado	gl	Sig, asintótica
<i>Andesiops</i>	32,43	6,00	0,00
<i>Baetodes</i>	20,53	6,00	0,00
<i>Camelobaetidius</i>	9,19	6,00	0,16
<i>Nanomis</i>	9,56	6,00	0,14
<i>Leptohyphes</i>	12,73	6,00	0,05
<i>Meridialaris</i>	19,16	6,00	0,00
<i>Thraulodes</i>	31,20	6,00	0,00
<i>Polythore</i>	14,72	6,00	0,02
<i>Claudioperla</i>	12,30	6,00	0,06
<i>Anacroneuria</i>	27,93	6,00	0,00
<i>Corydalus</i>	19,85	6,00	0,00
<i>Itaura</i>	5,13	6,00	0,53
<i>Helicopsyche</i>	5,13	6,00	0,53
<i>Atopsyche</i>	7,51	6,00	0,28
<i>Leptonema</i>	28,83	6,00	0,00
<i>Smicridea</i>	14,97	6,00	0,02
<i>Nectopsyche</i>	33,07	6,00	0,00
<i>Grumichella</i>	17,76	6,00	0,01
<i>Antartoecia</i>	28,09	6,00	0,00
<i>Marilia</i>	4,90	6,00	0,56
<i>Chimarra</i>	5,13	6,00	0,53
<i>Polycentropus</i>	6,00	6,00	0,42
<i>Limonicola</i>	6,00	6,00	0,42
<i>Dicrotendipes</i>	14,25	6,00	0,03
<i>Pentaneura</i>	6,35	6,00	0,39
<i>Clogmia</i>	14,89	6,00	0,02
<i>Pedrowygomyia</i>	25,15	6,00	0,00
<i>Tabanus</i>	5,13	6,00	0,53
<i>Molophilus</i>	5,13	6,00	0,53
<i>Tipula</i>	25,23	6,00	0,00
<i>Hexatoma</i>	10,03	6,00	0,12
<i>Diptera</i>	15,73	6,00	0,02
<i>Austrelmis</i>	26,73	6,00	0,00
<i>Disersus</i>	6,00	6,00	0,42
<i>Heterelmis</i>	9,73	6,00	0,14
<i>Macrelmis</i>	29,22	6,00	0,00
<i>Phanocerus</i>	17,33	6,00	0,01
<i>Psephenops</i>	24,18	6,00	0,00
<i>Anchytarsus</i>	10,62	6,00	0,10
<i>Scirtidae</i>	30,19	6,00	0,00

a, Prueba de Kruskal Wallis

b, Variable de agrupación: Altitud (msnm)

Anexo 7. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis al comparar el número de taxa y número de individuos colectados según la altitud de muestreo río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	Chi-cuadrado	gl	Sig, asintótica
Taxa (n°)	12,138	5	0,033
Individuos (n°)	16,833	5	0,005

a, Prueba de Kruskal Wallis

b, Variable de agrupación: Altitud (msnm)

Anexo 8. Fotografías del proceso de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chumgui, La Mar, Ayacucho 2020-2021.



Muestreo en el río Rumichaca (R1)



Muestreo en el río Rumichaca (R2)



Muestreo en el río Rumichaca (R3)



Muestreo en el tributario Roccocha (R)



Muestreo en el tributario Lluncckumayo (LI)



Muestreo en el tributario Espinco (E)



Muestreo en el tributario Tunkimayo (T)

Anexo 9. Imágenes del proceso de procesamiento de las muestras y de la identificación de macroinvertebrados en el Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica.





Anexo 10. Comunidad macroinvertebrada acuática registradas en el río Rumichaca y cuatro tributarios.



1-7: Ephemeroptera, 1, Andesiops; 2, Baetodes; 3, Camelobaetidius; 4, Nanomis; 5, Leptohyphes; 6, Meridialaris; 7, Thraulodes, **8: Odonata**, Polythore, **9-10: Plecoptera**, 9, Claudioperla; 10, Anacroneuria, **11: Megaloptera**, Corydalis, **12-16: Trichoptera**, 12, Itaura; 13, Helicopsyche; 14, Atopsyche; 15, Leptonema; 16, Smicridea.

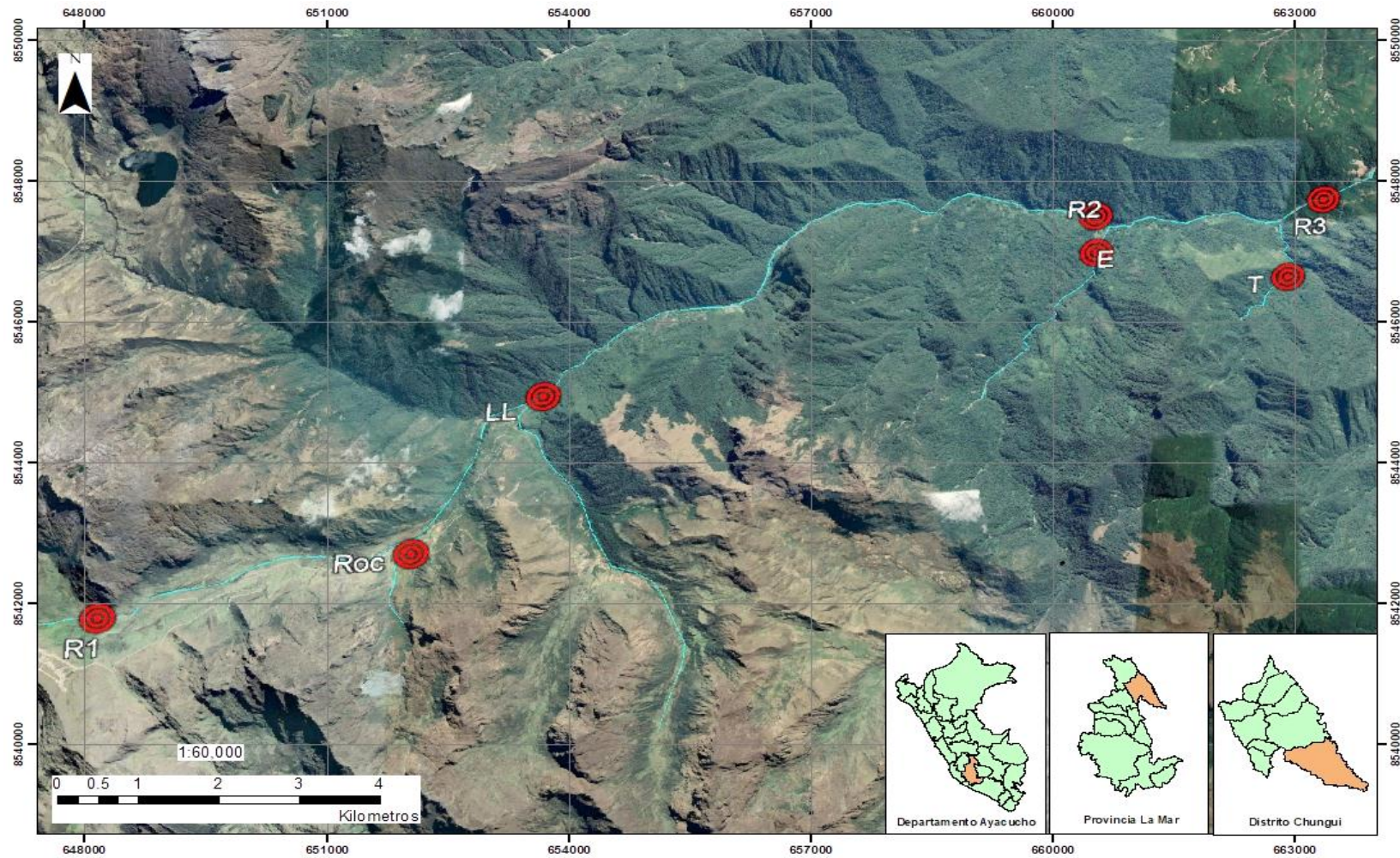


17-22: **Trichoptera**, 17, Nectopsyche; 18, Grumichella; 19, Antartoecia; 20, Marilia; 21, Chimarra; 22, Polycentropus, **23-32: Diptera**, 23, Limonicola; 24, Dicrotendipes; 25, Pentaneura; 26, Clogmia; 27, Pedrowygomyia; 28, Tabanus; 29, Molophilus; 30, Tipula; 31, Hexatoma; 32, N.I.,



33-40: Coleoptera, 33, *Austrelmis*; 34, *Disersus*; 35, *Heterelmis*; 36, *Macrelmis*; 37, *Phanocerus*; 38, *Psephenops*; 39, *Anchytarsus*; 40: *Scirtidae*,

Anexo 11. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020.



Anexo 12. Matriz de consistencia.

Título: Gradiente altitudinal y su influencia sobre la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro tributarios, Chungui, La Mar, Ayacucho 2020

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	ASPECTOS METODOLÓGICOS
¿Cómo influye la gradiente altitudinal sobre las características de la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro de sus afluentes ubicado en el distrito de Chungui, provincia de La Mar, región Ayacucho, durante los meses de agosto a diciembre del año 2020?	<p>Objetivo general Determinar la influencia de la gradiente altitudinal sobre las características de la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro de sus afluentes ubicado en el distrito de Chungui, provincia de La Mar, región Ayacucho, durante los meses de agosto a diciembre del año 2020,</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las características fisicoquímicas del agua el río Rumichaca y sus cuatro afluentes, • Determinar la influencia de la gradiente altitudinal sobre la composición de la comunidad macroinvertebrada acuática presentes en el río Rumichaca y sus cuatro afluentes, • Determinar la influencia de la gradiente altitudinal sobre abundancia de los taxa que constituyen la comunidad macroinvertebrada acuática presentes en el río Rumichaca y sus cuatro tributarios, • Determinar la influencia de la gradiente altitudinal sobre la similitud de la comunidad macroinvertebrada acuática presentes en el río Rumichaca y sus cuatro tributarios. 	Ecosistemas fluviales, Cambios espaciales y temporales en los sistemas lóticos, Río altoandinos Macroinvertebrados Influencia de los factores químicos en la biota	La gradiente altitudinal influye significativamente sobre las características de la comunidad macroinvertebrada acuática en el río Rumichaca y cuatro de sus afluentes ubicado en el distrito de Chungui, provincia de La Mar, región Ayacucho, durante los meses de agosto a diciembre del año 2020	<p>Variable independiente Comunidad macroinvertebrada acuática</p> <p>Indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composición (especie/género) • Diversidad (número de taxa) • Abundancia (número de individuos) • Similitud (índice de Bray-Curtis) <p>Variable dependiente Gradiente altitudinal</p> <p>Indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altitud (msnm) <p>Variables intervinientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH • Temperatura • Conductividad eléctrica (μ) • Caudal (L/s) 	<p>Tipo de investigación Básica</p> <p>Nivel de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Descriptiva ▪ Correlacional <p>Método:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Descriptivo ▪ Comparativo ▪ Estadístico <p>Diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Descriptivo ▪ Explicativo <p>Muestreo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Población: macroinvertebrados en los ambientes lóticos de ríos de cabecera de la micro cuenca Yucaes, ▪ Muestra: 30 de macroinvertebrados y 30 de agua ▪ Muestreo: Determinístico en una primera etapa, luego será aleatorio <p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Observación <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Microscopio ▪ Estereoscopio ▪ Colorímetro