

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Macroinvertebrados y características fisicoquímicas de
arroyos de un bofedal, centro poblado Santa Cruz de
Hospicio, distrito de Paras. Ayacucho 2020.**

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

**Presentado por:
Bach. Grenyt Delfia Huamani Llantoy**

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

**Ayacucho - Perú
2024**

Con mucho cariño y amor a mis padres y hermanos.

AGRADECIMIENTOS

Al Alma Mater, Tricentenaria Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por haberme permitido ser parte de ella y formarme académica, científica y profesionalmente.

Al Vicerrectorado de Investigación-UNSCH por su contribución con el financiamiento parcial del presente trabajo a través del Fondo de Desarrollo Socioeconómico de Camisea (FOCAM).

A los biólogos docentes de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, por sus enseñanzas, conocimientos y experiencias compartidas en el transcurso de mi formación profesional.

Al coordinador del Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG), por haberme facilitado el espacio, brindarme los materiales y permitirme la realización del presente trabajo de investigación.

A mi asesor, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz, por la paciencia, orientación académica, por sus conocimientos y contribución durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A la Blga. Carolina Rayme Chalco, por el apoyo en el análisis fisicoquímico del agua e identificación de macroinvertebrados.

A mi hermana Clorinda Huamaní y mis amigos Cristian Quinto, Diana Arotinco, y Mirtha Arotinco por su apoyo en los muestreos y evaluaciones de campo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	8
2.2.1. Humedales	8
2.2.2. Bofedales	8
2.2.3. Macroinvertebrados acuáticos	8
2.2.4. Arroyos	9
2.2.5. Comunidad	9
2.2.6. Abundancia	9
2.2.7. Riqueza de la comunidad	9
2.2.8. Índices de similitud	9
2.2.9. Taxón	9
2.2.10. Características físicas del agua	10
2.2.11. Características químicas del agua	10
2.3. Bases teóricas	10
2.3.1. Bofedales altoandinos	10
2.3.2. Arroyos altoandinos	11
2.3.3. Macroinvertebrados acuáticos	11
2.3.4. Factores que condicionan las poblaciones y comunidades de macroinvertebrados	12
2.3.5. Los macroinvertebrados en los hábitats lóticos	13
2.3.6. Características fisicoquímicas de los ecosistemas acuáticos	14
2.4. Marco legal	17
2.4.1. Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)	17
2.4.2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	17

III.	MATERIALES Y METODOS	18
3.1.	Ubicación de la zona de estudio	18
3.1.1.	Ubicación política	18
3.1.2.	Ubicación geográfica	18
3.2.	Población y muestra	18
3.2.1.	Población	18
3.2.2.	Muestra	18
3.3.	Sistema de muestreo y recolección de datos	19
3.3.1.	Ubicación de las zonas de muestreo	19
3.3.2.	Colección de macroinvertebrados acuáticos	21
3.4.	Procesamiento y preservación de macroinvertebrados acuáticos	21
3.5.	Identificación de los macroinvertebrados acuáticos	21
3.6.	Toma de muestra y determinación de las características fisicoquímicas del agua	22
3.7.	Determinación de las características fisicoquímicas del agua en relación con la composición de macroinvertebrados acuáticos	23
3.8.	Determinación de las características fisicoquímicas del agua en relación con la riqueza de macroinvertebrados	23
3.9.	Determinación de las características fisicoquímicas del agua en relación con la abundancia de macroinvertebrados acuáticos	23
3.10.	Tipo de Investigación	23
3.10.1.	Diseño de Investigación	23
3.10.2.	Análisis de datos	24
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN	37
VI.	CONCLUSIONES	48
VII.	RECOMENDACIONES	49
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
	ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación geográfica de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	19
Tabla 2. Características fisicoquímicas del agua que se determinaron según la metodología de la SUNASS.	22
Tabla 3. Composición y número total de organismos capturados de los macroinvertebrados de arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	26
Tabla 4. Valores promedios y desviación estándar de las características fisicoquímicas del agua en nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	28
Tabla 5. Coeficiente de correlación de Rho de Spearman para las características fisicoquímicas del agua, riqueza de familias y/o géneros y familias de macroinvertebrados en arroyos del bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	31
Tabla 6. Coeficiente de correlación de Rho de Spearman para las características fisicoquímicas del agua y familias y/o géneros de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	32
Tabla 7. Coeficiente de correlación de Rho de Spearman para las características fisicoquímicas del agua y familias de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	33
Tabla 8. Abundancia de los componentes de macroinvertebrados en tres estadíos climáticos del año de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio Paras-Ayacucho 2020.	20
Figura 2. Análisis de componentes principales para las familias y/o géneros de los macroinvertebrados y las características fisicoquímicas del agua según las zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	29
Figura 3. Análisis de componentes principales para las familias de los macroinvertebrados y las características fisicoquímicas del agua según las zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	30
Figura 4. Abundancia relativa promedio y desviación típica de familias y/o géneros de macroinvertebrados (24 más dominantes) de nueve zonas de muestreo, en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	34
Figura 5. Abundancia relativa promedio y desviación típica de las familias de macroinvertebrados en nueve zonas de muestreo, en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	35

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultado de la prueba de kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks para determinar la normalidad para las características fisicoquímicas del agua de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	55
Anexo 2. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para comparar nueve zonas de muestreo según las características fisicoquímicas en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	56
Anexo 3. Resultado de la prueba de kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks para determinar la normalidad para las familias y/o géneros de macroinvertebrados de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	57
Anexo 4. Abundancia relativa promedio para familias y/o géneros de macroinvertebrados en nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	58
Anexo 5. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para comparar nueve zonas de muestreo según familias y/o géneros de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	59
Anexo 6. Abundancia relativa promedio de familias de macroinvertebrados de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	60
Anexo 7. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para comparar nueve zonas de muestreo según la abundancia relativa de familias de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	61
Anexo 8. Abundancia de familias y/o géneros de macroinvertebrados de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	62

Anexo 9. Abundancia de los componentes de macroinvertebrados en tres estadíos climáticos del año de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	63
Anexo 10. Vista panorámica de la zona alta de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	64
Anexo 11. Vista panorámica de la zona media de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras- Ayacucho 2020.	65
Anexo 12. Muestreo de macroinvertebrados acuáticos en arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	66
Anexo 13. Toma de muestra de agua en arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	67
Anexo 14. Toma de datos de las características fisicoquímicas del agua <i>in situ</i> de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	68
Anexo 15. Filtración de muestras de agua para la medición de nutrientes de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	69
Anexo 16. Limpieza y separación por morfotipo de muestras de macroinvertebrados acuáticos de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	70
Anexo 17. Identificación de muestras de macroinvertebrados acuáticos de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	71
Anexo 18. Características taxonómicas del orden Ephemeroptera de la familia Baetidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	72
Anexo 19. Características taxonómicas del orden Ephemeroptera de la familia Leptophlebiidae, orden Plecoptera de la familia Gripopterygidae y Orden Hemiptera de la familia Corixidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	73
Anexo 20. Características taxonómicas del orden Tricoptera de la familia Hidrobiodidae y familia Policentropodidae de los arroyos de un	74

	bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	
Anexo 21.	Características taxonómicas del orden Tricoptera de la familia Leptoceridae y familia Limnephilidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	75
Anexo 22.	Características taxonómicas del orden Diptera de la familia Chironomidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	76
Anexo 23.	Características taxonómicas del orden Diptera de la familia Chironomidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	77
Anexo 24.	Características taxonómicas del orden Diptera de la familia Dolichopodidae, familia Empididae, y familia Ephydriidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	78
Anexo 25.	Características taxonómicas del orden Diptera de la familia Muscidae, familia Simuliidae, familia Tabanidae y familia Tipulidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	79
Anexo 26.	Características taxonómicas del orden Coleoptera de la familia Elmidae, familia Staphylinidae y familia Dytiscidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	80
Anexo 27.	Características taxonómicas del orden Coleoptera familia Curculionidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	81
Anexo 28.	Características taxonómicas del orden Amphipoda familia Hyalellidae, orden Trombidiformes familia Hydrachnidae, orden Hirudinida familia Glossiphoniidae, Lumbriculida, Tubificida y Tricladida los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.	82
Anexo 29.	Matriz de consistencia	83

RESUMEN

Los ecosistemas ubicados a grandes alturas, caso de los bofedales, han sido poco estudiados, principalmente en el componente biológico diferente a la vegetación terrestre. Por ello, este trabajo aborda a organismos que habitan en sistemas lóticos, pretende contribuir en el mejor conocimiento de los macroinvertebrados acuáticos. El objetivo principal, fue estudiar la relación de las características fisicoquímicas del agua de arroyos de un bofedal con los macroinvertebrados en el Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras, departamento de Ayacucho durante el periodo de un año, desde el mes de abril del 2021 a marzo del 2022. El tipo de investigación corresponde al nivel descriptivo correlacional. La colecta de los macroinvertebrados acuáticos se realizó mediante el empleo de una Red Surber con medidas de 30x40 cm y 500 µm de luz de malla. La determinación de parámetros fisicoquímicos del agua como la temperatura, conductividad eléctrica, pH y sólidos totales disueltos *in situ*, mientras que la alcalinidad total, cloruro, dureza cálcica, dureza magnésica, dureza total, nitratos y fosfatos fueron determinadas en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Para la identificación de los especímenes colectados, se empleó las claves de la publicación “Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología” de Domínguez y Fernández (2009). Como resultado se registraron un total de 18 879 especímenes pertenecientes a 43 familias y/o géneros, en 26 familias, 11 órdenes y 5 clases; resaltando que la clase insecta fue la que presentó mayor riqueza, representado por 20 familias de un total de 26, así como 37 géneros de un total de 43. En cuanto a la abundancia relativa se observó que el género *Dicrotendipes* presentó mayor abundancia promedio con 19,14%, seguido de *Macrelmis* 15,3%, *Cylloepus* 10,34%, *Andesiops* 10,32%, *Cailloma* 4,91% y *Cloeodes* con 4,23%. Se concluye que existe relación entre las características fisicoquímicas del agua con la composición de macroinvertebrados a nivel de género y familia; las características fisicoquímicas del agua afectan disminuyendo en la riqueza de los macroinvertebrados a nivel de género y familia; la dureza total, conductividad eléctrica y alcalinidad del agua influyen en la abundancia de los macroinvertebrados a nivel de las taxas género y familia.

Palabras clave: Bentos, lótico, humedales, altoandino, características fisicoquímicas.

I. INTRODUCCIÓN

Se denomina como arroyo a una corriente de agua que fluye constantemente de manera natural con causes estrechos y poco profundos, el caudal de los arroyos es menor hasta incluso pueden desaparecer completamente durante el tiempo de estiaje, pero esto va depender de la precipitación pluvial. Los arroyos altoandinos están asociados a bofedales y estos ecosistemas tienen alta diversidad de especies de flora y fauna, por encima de los 3800 msnm (Alianza Aguas Amazónicas, 2023). Por otro lado, los bofedales tienen gran importancia en el microclima local, evitando la sequedad en lugares de clima árido o semiárido del invierno. A parte de ello, los bofedales también son utilizados como alimento para el ganado ovino, vacuno y para los camélidos sudamericanos (llama, alpaca y vicuñas) (Gómez, 2016).

El estudio de macroinvertebrados asociados a arroyos de bofedales es muy importante, ya que estos organismos cumplen funciones importantes en los sistemas acuáticos, además de establecer estrecha relación con su medio, por lo que pueden ser empleados como indicadores de la calidad del cuerpo de agua en el que se encuentran y tienen gran importancia en la transferencia de energía (Car & Roldán, 2012).

Sin embargo, existe poca información en cuanto al estudio de organismos en arroyos altoandinos a nivel nacional, en la región de Ayacucho e incluso a nivel mundial a diferencia de los estudios realizados en zonas templadas. La distribución de estos organismos está en función a los factores ambientales como la altitud y calidad fisicoquímica del agua, por lo tanto, es necesario realizar estudios con el fin de generar planes de aprovechamiento, valoración y conservación en el tiempo.

Por ello el presente trabajo tuvo como propósito caracterizar la comunidad existente de macroinvertebrados acuáticos en arroyos de los bofedales tropicales

altoandinos en términos de composición, riqueza, abundancia relativa a nivel de familia y género y el análisis fisicoquímico del agua, el cual se realizó en arroyos de un bofedal del Centro Poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras, Ayacucho.

Este trabajo de investigación presenta un aporte al conocimiento de los macroinvertebrados presentes en arroyos que nacen de humedales altoandinos, con lo cual pretende contribuir a eliminar los vacíos de información acerca de estos organismos. El presente trabajo de investigación se realizó teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general

Relacionar las características fisicoquímicas del agua en nueve zonas de arroyos de un bofedal con los macroinvertebrados en el centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras, departamento de Ayacucho durante un año desde abril del 2021 a marzo del 2022.

Objetivos específicos

1. Determinar la relación de las características fisicoquímicas del agua con la composición de macroinvertebrados a nivel de familia y género.
2. Determinar la relación de las características fisicoquímicas del agua sobre la riqueza de los macroinvertebrados a nivel de familia y género.
3. Cuantificar la relación existente de las características fisicoquímicas con la abundancia relativa de los componentes de los macroinvertebrados.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La comunidad de macroinvertebrados se ve afectado por la calidad del agua y las características físicas donde estos se encuentran, es por ello que López et al. (2023) en febrero de 2021 realizó un estudio con el objetivo de determinar que variables del hábitat condicionan la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en algunas quebradas de montaña del Oriente antioqueño en Colombia, para el muestreo de macroinvertebrados empleo una red tipo net, pantalla y manual, para evaluar las variables fisicoquímicas tomó en cuenta tres tipos de mesohábitats: rápidos, rizados y pozas en corrientes que tengan cobertura vegetal. Como resultado obtuvieron organismos que pertenecen a 16 órdenes, 46 familias y 75 géneros. Cada mesohábitats presento diferencia en características físicas, químicas, concentración de oxígeno, profundidad, velocidad, abundancia. El mesohábitats rizado presentó valores mayores en cuanto a la diversidad y abundancia, mientras las pozas presentaron menores, siendo esta un hábitat de menor preferencia. Finalmente concluye que la velocidad, profundidad y la concentración de oxígeno disuelto y la calidad de la cobertura vegetal es muy importante en el establecimiento de las comunidades de los macroinvertebrados en los diferentes mesohábitats.

Los macroinvertebrados acuáticos responden a perturbaciones de los ecosistemas de escalas altitudinales por ello Vásquez (2022) llevo a cabo una investigación para entender los patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados en la microcuenca Alambi, Ecuador. Los objetivos que tomo en cuenta fueron caracterizar los parámetros fisicoquímicos, determinar la diversidad de macroinvertebrados y relacionar las comunidades de macroinvertebrados con las características fisicoquímicas a lo largo de la gradiente altitudinal. El muestreo macroinvertebrado y la toma de datos de

parámetros fisicoquímicos se realizó en 13 estaciones a lo largo de la microcuenca con un rango altitudinal que va desde los 765.02 m.s.n.m hasta los 4560 m.s.n.m. Como resultado obtuvieron un total de 12.884 individuos, donde el 93% pertenece a la clase Insecta; Ephemeroptera, Trichoptera y Díptera fueron las taxas más abundantes. En los análisis de diversidad: alfa registro valores altos, y beta identifico ocho grupos (Simproff: $p < 0,05$) similares altitudinalmente. La T° del agua, oxígeno disuelto y sólidos totales son variables que explican el ensamblaje de macroinvertebrados y gremios tróficos mismos que se asocian a factores altitudinales, concordando con la teoría del río continuo de Vannote. Sin embargo, menciona que es necesario realizar estudios similares con diferentes temporalidades.

Nieto et al. (2016) entre 2013 y 2014 en 7 bofedales la Puna Argentina realizaron una primera descripción cuantitativa de los patrones espaciales de diversidad y composición de macroinvertebrados, y la relación que existe con las características ambientales, la vegetación existente y las características fisicoquímicas del agua. Recolectaron 3131 individuos de macroinvertebrados acuáticos, como resultado obtuvieron 25 taxas (22 familias y 24 géneros). Agruparon en el eje 1, a los bofedales con mayor temperatura del agua, mientras el eje 2 las que presentaban mayor conductividad, sólidos totales disueltos, y concentración de sales en el agua. La temperatura del agua siempre fue mayor en comparación a la temperatura del aire, donde el patrón no se mostró una disminución haciendo relación con la altitud. Ciertas taxas de macroinvertebrados como los filtradores, colectores, recolectores, están asociados en mayor abundancia a plantas acuáticas. En cuanto a las variables como son la conductividad, sólidos totales disueltos y concentración de sales observaron que estas fueron más elevadas en el bofedal 6, y estas a su vez están asociadas a *Bivalvia* que es (colectores-filtrador) y *Hyallela* (colector-recolector). Esto demuestra que los presentaron patrones espaciales de los macroinvertebrados en cuanto a la diversidad y composición y con mayor importancia estas esta relacionados a las características fisicoquímicas y la vegetación existente en un bofedal.

En el Perú se han realizado pocos estudios que estén relacionados sobre los impactos que causa el retroceso glaciar en ecosistemas acuáticos y posiblemente esto llevaría a la extinción de especies especializadas y nativas, por ello Palacios (2021) realizó una investigación con el objetivo de relacionar el gradiente de

cobertura glaciar y la comunidad de macroinvertebrados en la cordillera Blanca. El muestreo de macroinvertebrados y el análisis de parámetros fisicoquímicos se realizaron en dos temporadas del año, seca y húmeda en once puntos, posterior a ello se calcularon los índices Alpha y Beta. Menciona que se ha encontrado menor riqueza y diversidad de macroinvertebrados en zonas más altas con cobertura glaciar, a diferencia de la zona baja y media que no se mostraron estadísticamente significativas, aparte de ello que la temperatura local y la estabilidad del cauce explica mejor la diversidad local. Mediante el análisis de redundancia mostró que las abundancias de especies como *Anomalocosmoecus sp.*, *Limonia sp.*, *Paraheptagya sp.* y *Orthocladinae sp1*. Están relacionados con bajas temperaturas, altas concentraciones de carbono inorgánico y altos niveles de inestabilidad. Concluye que la variación de la cobertura glaciar en las unidades hidrográficas estudiadas influye en la biodiversidad de macroinvertebrados lo cual indica que se tienen que tomar acciones muy importantes en conservación de ecosistemas de montaña en un contexto de cambio climático.

En el año 2012 Villamarín (2012) determinó la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos de Ecuador y Perú. Registró 196 taxones, haciendo ver que en los ríos altoandinos tropicales existen alta riqueza, con composición y distribución de la comunidad bentónica. Uno de los atributos estructurales fue la altitud debido a que tiene un efecto estructural en las comunidades bentónicas ya que observaron una disminución de números en taxones y familias a medida que se iba aumentando la altitud. A parte de ello se observó disminución en las abundancias debido a la altitud. (Ejemplo: *Nectopsyche*, *Paltostoma*, *Rheotanytarsus*, *Polypedilum*, *Camelobaetidius*, *Helicopsyche*, etc.) y otros que la aumentaban (e.g.: *Hyaella*, *Podonomopsis*, *Podonomus*, *Limnophyes*, *Claudioperla*, *Anacroneuria*, *Paraheptagya*, *Anomalopsyche*, etc.). Los cambios estructurales que han dado en cuanto a las comunidades de los macroinvertebrados de las estaciones que se consideraron como referencia, mostraron patrones claros latitudinalmente, con taxones que tiende a desaparecer o disminuyen su abundancia (ejemplo: *Anacroneuria*, *Camelobaetidius*, *Anchytarsus*, etc.) y otros que aumentan (e.g. *Claudioperla*, *Paraheptagya*, *Thraulodes*, *Onconeura*, *Cricotopus (Isocladius)*, etc.). Los factores como la litografía y la biogeografía influyen en cuanto a la composición de la familia. Los quironómidos son el grupo que presentaron mayor abundancia

y riqueza. Cabe mencionar que la gradiente altitudinal ha mostrado cambios en los patrones de distribución en cuanto a la riqueza de taxa y abundancia.

Acosta (2009), realizó un estudio en la cuenca altoandina del río cañete (Perú) para ver la variabilidad espacial y temporal de macroinvertebrados a una gradiente altitudinal que va desde los 2550 hasta los 4400 m.s.n.m en agosto del 2004 (época seca) y abril del 2005 (época lluviosa). Reportó un total de 108 géneros encabezado por la familia Chironomidae a parte de ello menciona que se observa una disminución en la riqueza de géneros a medida que incrementa la altitud, pero no hay diferencia en las estaciones ya sea seca o lluviosa. El género *Cricotopus* perteneciente a la familia Chironomidae no muestra preferencia altitudinal ya fue el más dominante en todo el gradiente altitudinal a diferencia de los demás géneros, sólo mostraron preferencias los géneros *Podonomopsis* y *Limnophyes* (4000- 4500 m s.n.m.), *Podonomus* (3000 - 3500 m s.n.m.) y *Rheotanytarsus* (2500 - 3000 m s.n.m.). En tres sectores de la cuenca también estudió la variación longitudinal de las características fisicoquímicas, donde muestra que las variaciones principales se encontraron en temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, conductividad y concentración de Calcio, Magnesio y Azufre total. Dichas variaciones fueron explicadas por la incorporación de tributarios, nuevos flujos subterráneos, presencia de turberas y el efecto de una laguna. Finalmente, se realizó un experimento de consumo de hojarasca por parte de *Hyalella* frente a dos tipos de especies vegetales: una nativa (*Polylepis* sp.) y otra introducida (*Eucalyptus globulus*), presentándose el mayor consumo en la especie nativa.

Carrasco et al. (2020) el 2017 se realizó una investigación en los sistemas lóticos de dos bofedales, denominados por los lugareños como Guitarrachayoc y Pichccahuasi, los que se hallan en la provincia de Cangallo, distrito de Paras en el departamento de Ayacucho, denominado, "Macroinvertebrados acuáticos en los sistemas lóticos de dos bofedales altoandinos, Ayacucho Perú". Donde se obtuvo como resultado 26 géneros que pertenecen a 20 familias, 11 órdenes y 5 clases tales como "Insecta, Clitella, Gastropoda, Malacostraca y Oligochaeta"; la clase insecta es la más diversa con un total de 21 géneros. En forma general, los géneros que más abundan fueron *Dicrotendipes* con un (26,9%), *Macrelmis* (19,85%) y *Claudioperla* (9,5%), estas varían según el bofedal. Respecto a la calidad fisicoquímica del agua, se observa que los valores de pH van desde 7,6 a 3,2, en conductividad eléctrica de 168,9 a 1117 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el bofedal Guitarrachayoc; mientras que en Pichccahuasi, el pH va de 6,4 a 6,6 con una

conductividad eléctrica de 432,5 a 512 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donde las variaciones se dan de acuerdo a las zonas muestreadas. El análisis cluster (Paired group, Sorensen) se utilizaron para las zonas de muestreo, y estas están basados en las características de la comunidad estudiada, a un 60% de similitud, se forma tres grupos, la primera que identifica a las zonas ubicadas en el bofedal Pichccahuasi, un segundo en el bofedal Guitarrachayocc y un grupo constituido que solo se ha constituido una zona ubicada en el bofedal Guitarrachayocc, en el que se halló únicamente dos géneros, *Lancetes* y *Ectemnostega*, así mismo es la zona, también menciona que los promedios de conductividad eléctrica máxima fue 1117 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y pH mínimo de 3,2.

En el 2016 Silva (2018) realizó una investigación dos quebradas altoandinas Chicucha y Ccollpahuaycco que se encuentran ubicadas en la localidad de Chontaca, Ayacucho, donde describe la caracterización ecológica de la fauna de macroinvertebrados acuáticos. Menciona que últimamente los macroinvertebrados acuáticos tienen un papel importante debido a que estos son utilizados en el monitoreo de la calidad de agua. Este estudio tuvo como objetivo como varía la diversidad tomando en cuenta el espacio y tiempo. Se recolectaron 18340 individuos y estas pertenecen a 9 órdenes, 24 familias y 34 géneros, cabe mencionar que el orden Diptera fue el más abundante, en cuanto a la riqueza específica con 9 familias y 19 géneros. La quebrada Chicucha que se encuentra ubicada a una altitud de (3194 msnm) se obtuvo mayor riqueza y abundancia en piedra mediana, en cambio en la quebrada Ccollpahuaycco que se ubica a (3619 msnm) se registró mayor riqueza en la vegetación y la mayor abundancia en pozas, esto a nivel espacial. En cuanto a nivel temporal mostraron que ambas quebradas en la época seca, presentaron la mayor riqueza y abundancia, esto explica que el factor temporal ha predominado sobre el espacial en para determinar la estructura de la comunidad, los meses de setiembre y julio presentan mayor estabilidad.

En los meses de enero a mayo del 2015 Gómez (2016) realizó una investigación cuyo objetivo principal fue evaluar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en dos sistemas (lénticos y lóticos) ello relacionados con las características fisicoquímicas del agua de un bofedal que está ubicado en el centro poblado de Saraccocha, distrito de Quinua en la región Ayacucho. Los parámetros fisicoquímicos del agua que se han determinado son la temperatura, conductividad eléctrica, pH y sólidos totales disueltos in situ, mientras que la alcalinidad total,

cloruro, dureza cálcica, dureza magnésica y dureza total. Como resultado registraron 33 géneros de macroinvertebrados los cuales están agrupados en 28 familias, 13 órdenes y 8 clases. Donde los géneros más abundantes, en los ambientes “lénticos” y “lóticos” del bofedal, fueron *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Alotanypus*, en comparación con el resto de componentes. Menciona que en el caso de *Hyaella*, se halló que hay diferencia significativa en la abundancia en los diferentes meses (disminuye en el mes de marzo). De acuerdo a las pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis y Mann Whitney; el género *Ectemnostega*, muestra diferencias significativas en su abundancia solo en los ambientes (es más abundante en los ambientes “lénticos”), mientras que el género Chironomidae no presenta diferencias significativas entre meses y tipos de ambiente. En cuanto a las características fisicoquímicas del agua del bofedal menciona que se observa una ligera variación en el resultado de los parámetros analizados al pasar de la zona alta a la zona baja, esto se puede deber a que los ambientes de agua “lóticos” a su paso van disolviendo las sales y minerales.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Humedales

Los humedales son considerados como “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (RAMSAR, 1971).

2.2.2. Bofedales

También son conocidos como “oconales” o “turberas”, estos ecosistemas pueden ser permanentes o temporales y se encuentran distribuidos como “parches” a partir de una altitud de 3 800 m.s.n.m., generalmente en la zona sur y la zona central del país. La superficie que ocupan es aproximadamente de 509 381 ha esto representa el 0.40% de toda la superficie nacional, pero no incluyen las áreas menores que abarcan un total de 25 ha (MINAM, 2018).

2.2.3. Macroinvertebrados acuáticos

Son aquellos organismos con un tamaño mayor de 0.5 mm, viven enterrados o adheridos a distintos sustratos como vegetación, rocas, troncos o nadando libremente (Roldán, 1996). Los grupos taxonómicos tales como artrópodos, anélidos, moluscos y platelmintos también son considerados macroinvertebrados (Gonzáles et al., 2019).

2.2.4. Arroyos

Los arroyos son ecosistemas acuáticos de aguas corrientes o lólicas (Roldán & Ramírez, 2008), también son llamados como quebradas, son corrientes de agua que fluyen constantemente de manera natural con cauces estrechos, poco profundos y caudal es menor hasta incluso tiende a desaparecer en el tiempo de estiaje, la diferencia que tiene con el río es que estos tienen lechos amplios y extensos y están formados por arroyos y otros tributarios (Alianza Aguas Amazónicas, 2023).

2.2.5. Comunidad

Es el conjunto de poblaciones de diferentes especies que interaccionan entre sí y que habitan en una misma área geográfica (MINAM, 2016), poblaciones ya sean vegetales y animales que están relacionadas entre sí en un lugar y tiempo determinado, y como los seres vivos requieren de otros seres vivos es así donde surge la biocenosis (Farías, 2013).

2.2.6. Abundancia

Es el número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población) (Farías, 2013), la abundancia relativa hace referencia al porcentaje total de individuos de cada taxón o especie en relación al total que conforman la comunidad.

2.2.7. Riqueza de la comunidad

Es un componente de la diversidad específica (Farías, 2013) y se define como el número de especies presentes en un área determinada, individuos de cada especie respecto al total (MINAM, 2019).

2.2.8. Índices de similitud

El cálculo de similitud nos permite cuantificar en qué medida dos comunidades se parecen. Los índices cualitativos o de incidencia, son una medida que nos permite evaluar la similitud entre comunidades basados en presencia-ausencia de especies. El porcentaje de similitud es la versión cuantitativa del índice de Sorensen. Este índice está basado en datos de abundancia (Espinosa, 2022).

2.2.9. Taxón

Hace referencia a cada uno de los grupos o categorías de los seres vivos que están reconocidos internacionalmente, en plural se denomina taxones. A diferencia de taxa es el plural latino lo cual no se debería de usar (RAE, 2023).

2.2.10. Características físicas del agua

Las características físicas del agua incluyen: Olor, sabor, color, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos (STD) y temperatura (Romero, 2005).

2.2.11. Características químicas del agua

Las características químicas del agua incluyen: dureza, nitratos, sulfatos, dureza, calcio y magnesio, cloruros entre otras características (Romero, 2005).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Bofedales altoandinos

Los bofedales son un tipo de humedal, estos provienen de los flujos de agua subterránea (puquiales), flujos de agua superficial como la lluvia y deshielos glaciares, aparte de ello la palabra “oconal” o bofedales es un término coloquial tiene como origen proveniente de pobladores de las zonas andinas (Grey, 2020).

Los bofedales altoandinos se encuentran ubicados en conos volcánicos, fondos de valle fluvio-glacial, así mismo alimentándose del deshielo de los glaciares, agua subterránea (manantiales) y precipitación (MINAM, 2018). Para que este humedal sea considerado como bofedal tienen que cumplir ciertas características: deben estar ubicados a más de 3000 m.s.n.m., presencia de vegetación hidrófila, vegetación en forma de almohadillado como por ejemplo la presencia de *Distichia muscoides* que comúnmente se le conoce como “champa”, *Plantago tubulosa* entre otras especies y finalmente saturado de agua (MINAM, 2019).

Los humedales andinos o bofedales están considerados como ambientes frágiles y un endemismo relevante, su fragilidad es debido a causas naturales como las sequías que en estos últimos años ha sido muy visible y causas antrópicas ya sea social o económica debido a que nos brindan servicios ecosistémicos (Ahumada et al., 2011).

Los bofedales tiene gran importancia puesto que funcionan como almacenes naturales de agua (MINAM, 2018) a parte de ello nos brindas servicios ecosistémicos como la regulación y provisión de agua a las partes bajas de la cuenca, uso de las champas como combustible, forraje para el ganado, regulación climática, belleza paisajística entre otros (INAIGEM, 2023). Así como nos brindas servicios ecosistémicos existen amenazas en estos ecosistemas uno de ellos es el retroceso glaciar a causa del cambio climático, en su mayoría son antropogénicas como la ganadería (sobrepastoreo) el cual favorece a la erosión de la turba, la cosecha de turba y ser comercializadas principalmente en las ciudades (MINAM, 2019).

2.3.2. Arroyos altoandinos

Los arroyos de montaña son continuos generalmente tienen baja salinidad, estos se originan del deshielo o la unión de otros arroyos más pequeños, tienden a tener un curso rápido y con alto contenido en minerales, a diferencia los ríos son de mayor caudal pero más lentos (Sánchez, 2021).

Los arroyos que se encuentran en las zonas áridas de los Andes que están por encima de los 3000 m.s.n.m. tienen aguas relativamente claras y tienden a secarse varios meses del año debido a la ausencia de lluvias en el tiempo de estiaje, a diferencia de los meses lluviosos la alta precipitación y erosión de sus drenajes hace que las aguas sean turbias con niveles elevados de sedimentos y nutrientes. También se presenta el caso de algunos riachuelos y arroyos nacen en zonas altas de los Andes a partir de aguas termales que contienen altas concentraciones de sales minerales y azufre haciendo que estas corrientes tengan características químicas poco usuales (Roldán & Ramírez, 2008).

Si queremos diferenciar las partes del caudal de una cuenca hidrográfica de acuerdo a su tamaño se pueden utilizar los siguientes términos (riachuelo, arroyo y río). Los riachuelos son los más pequeños, los arroyos los medianos y los ríos los más grandes. Los arroyos de primer grado no tienen tributarios y los arroyos de segundo grado se forman por la unión de dos arroyos del mismo orden (Valdivielso, 2020).

2.3.3. Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos que se pueden ver a simple vista, están presentes en sistemas lóticos y lenticos (Roldán, 1996), miden entre 2mm y 30 cm la mayoría de estos organismos son artrópodos, principalmente insectos (Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera) son los principales órdenes (Carrera & Fierro, 2001).

Los macroinvertebrados acuáticos en un grupo diverso, abundante y tienen altos grados de adaptación en los ecosistemas de agua dulce (Balian et al., 2007), habitan en lugares rocosos, arenosos, hojarascas, superficie del agua, fangos, limo, gravas y macrófitas (Domínguez & Fernández, 2009), algunos macroinvertebrados tienen colores similares a donde habitan, se alimentan principalmente de plantas acuáticas, otros invertebrados, algas, elementos nutritivos del agua, sangre de otros animales y elementos nutritivos del suelo (Carrera & Fierro, 2001). Así mismo, son una fuente de alimento muy importante para depredadores como peces, anfibios, reptiles y aves (González et al., 2019).

Algunos organismos de invertebrados requieren buena calidad de agua para sobrevivir y la alteración de ella causa su muerte, a diferencia de otras larvas o gusanos las prefieren contaminadas y al llegar a su estado adulto causan enfermedades como el paludismo, su uso en el monitoreo explica claramente el estado en el que se encuentra el ecosistema acuático (Carrera & Fierro, 2001), por ello el uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua, cada vez es más aceptado entre los ecólogos (Roldán, 1996).

2.3.4. Factores que condicionan las poblaciones y comunidades de macroinvertebrados

La escasez de vegetación en las riberas es un factor determinante en ecosistemas acuáticos, la ausencia o poca presencia de ella aumenta la temperatura en los sistemas lóticos (UPCT, 2017). La temperatura en las altas montañas varía constantemente con los cambios de estaciones, por ello los organismos presentes en estos ecosistemas son más tolerantes a cambios de temperatura durante su ciclo de vida. A diferencia, en las zonas templadas la temperatura es constante durante el año, es decir que cualquier cambio brusco de temperatura afectaría directamente en la supervivencia de estos organismos tropicales. Por otro lado, la contaminación por desechos domésticos o industriales disminuye el oxígeno en el cuerpo de agua. El exceso de materia orgánica hace que disminuya el oxígeno en el agua, por ende, esta tiene apariencia de un color turbio o grisáceo con olores característicos de huevo podrido afectando directamente en la reducción de diversidad de especies de macroinvertebrados (Car & Roldán, 2012).

Los factores como la profundidad, pH, alcalinidad, dureza, iones de calcio, clase de sedimentos, materia orgánica, contaminantes tanto industriales como domésticos, son determinantes en la abundancia relativa de las comunidades (Soler, 1993).

La turbiedad, el color y los sólidos suspendidos afectan directamente aquellos organismos que se alimentan principalmente de plantas, debido a que estos factores disminuyen la entrada de los rayos solares afectando la producción primaria. La turbiedad afecta a los organismos que son depredadores, disminuyendo la visualización de su presa, además los sólidos atrofian a los organismos que utilizan como alimento a los microorganismos (Car & Roldán, 2012). La eclosión de huevos es afectada principalmente por la temperatura, también afecta en la colonización acelerando el ciclo de vida de los insectos, aunque algunos son tolerantes a la misma. A parte de ello, la salinidad es otra

variable de toxicidad pero solo en ciertos grados, al igual que el pH que también se comporta como un factor secundario de toxicidad (Hawkes, 1979).

Otro factor de suma importancia viene a ser la estacionalidad de las descargas hídricas que afecta la composición y estructura de la fauna de macroinvertebrados, los organismos que habitan ese ecosistema responden para sobrevivir a una serie de disturbios que son ocasionados por las sequias y las inundaciones. Aparte de ello el régimen del caudal también influye en la variabilidad, estabilidad, diversidad y la disponibilidad de hábitats, alterando la conexión longitudinal del canal (rio discontinuo) y la conexión lateral del flujos de agua de las zonas que están inundadas (Wantzen et al., 2008).

La alta variación, calidad y disponibilidad de alimento y la temperatura del agua son factores ambientales que determinan el desarrollo de los macroinvertebrados, dependiendo de la especie (Hanson et al., 2010). El sustrato en el que viven y la concentración del CO₂ también son factores que determinan la estructura de las comunidades de macroinvertebrados ((Esteves, 2011).

2.3.5. Los macroinvertebrados en los hábitats lóticos

Los macroinvertebrados constituyen importantes comunidades biológicas que caracterizan los cursos de aguas corrientes sistemas lóticos en las regiones altoandinos. A pesar de esta importancia, están escasamente estudiados. Por ello en términos generales los ambientes lóticos, en este caso los arroyos tienen aguas limpias y oxigenadas por ende albergan mayor diversidad de macroinvertebrados a diferencia de sistemas lénticos, existen macroinvertebrados que tienen adaptaciones en su ciclo de vida, algunas tienen todo su ciclo de vida acuática y otros el estado juvenil acuático y la fase adulta terrestre (Hanson et al., 2010).

Si bien es cierto los climas locales y estacionales causan cambios en el caudal de los arroyos de América del Sur, las lluvias constantes hacen que el caudal aumente y ello arrasa con todos a su paso (Domínguez & Fernández, 2009), ello hace que los macroinvertebrados tengan diversas adaptaciones morfológicas como ganchos, cuerpos aplanados y ventosas las cuales les sirven para adherirse y no sean arrastrados por la corriente. Por otro lado, también existen zonas donde la velocidad de la corriente de agua es lenta y en ella se acumulan materiales en suspensión formando sustratos fangosos y arenosos, por ende, estas zonas tienen menor diversidad de especies; pero el número de individuos puede ser mayor. El agua también puede transportar material aluvial de tamaños más grandes o pesados, pero esto solo ocurre algunos meses al año, dependiendo de

su velocidad, fuerza y descarga. Un alto contenido de sólidos en suspensión o alta turbiedad es limitante, ya que daña y taponan el sistema de intercambio gaseoso en los animales acuáticos (branquias, agallas) (Roldán & Ramírez, 2008).

La mayoría de especies de macroinvertebrados en sistemas lóticos (quebradas, arroyos y ríos) y todo el gradiente longitudinal, están asociados a diferentes tipos de sustrato que están presentes en el canal a ello se le denomina como comunidad bentónica. Por ello, la correcta identificación de estos organismos presentes en sistemas lóticos es muy importante en estudios ecológicos o de gestión de recursos hídricos. Sin embargo, las guías de identificación para ríos de Sudamérica son escasos, pero para sus usos prácticos es de mucha utilidad (González et al., 2019).

En las partes altas de los ecosistemas acuáticos de sistemas lóticos están presentes fundamentalmente los efemerópteros, tricópteros, plecópteros, megalópteros y algunos dípteros. A medida que se desciende en altura, disminuyen en diversidad, pero el aumento de los odonatos, hemípteros y los turbelarios son muy notorias (Roldán & Ramírez, 2008).

2.3.6. Características fisicoquímicas de los ecosistemas acuáticos

a) Temperatura

La temperatura es una magnitud física, se mide en grados Centígrados o Celsius (°C) (Sierra, 2011). La determinación de la temperatura exacta es sustancial en estudios limnológicos, procesos de tratamiento y análisis de aguas, debido a que este está relacionado a la saturación de oxígeno disuelto, la actividad biológica y saturación de carbonato y calcio. Tomar datos de temperatura en el lugar de muestreo hace que los datos y resultados sean buenos (Romero, 2005).

b) Conductividad eléctrica

Es una expresión numérica de la capacidad que tiene el agua de transportar una corriente eléctrica, está relacionado a la concentración total de sustancias disueltas ionizadas y la temperatura, cualquier cambio en ello afecta la conductividad (Romero, 2005). Las soluciones de los compuestos inorgánicos en su mayoría (ej. Aniones de cloruro, nitrato, sulfato y fosfato) son relativamente buenos conductores (Sierra, 2011).

c) Sólidos disueltos totales

Son todos los materiales que están disueltos en el agua, ya sea como residuo o sólidos suspendidos, de acuerdo al tamaño de sus partículas pueden ser sólidos totales, filtrables, disueltos, sedimentables o volátiles (Romero, 2005). Presentes

en aguas limpias y residuales en distintas formas: materia flotante, suspendida, disuelta o coloidal. Los altos niveles de sólidos afectan en la potabilización de las aguas induciendo una reacción fisiológica en el consumidor (Sierra, 2011).

d) pH

El potencial de hidrógeno es una medida de la actividad del ion hidrogeno que están presentes en disoluciones, es una medida de equilibrio ácido-base en cuerpos de agua. El principal sistema para regular el pH en los sistemas naturales es el compuesto por carbonatos, bicarbonatos y ácido carbónico (Sierra, 2011). Las concentraciones elevadas de pH causan alteraciones a la flora y fauna de ecosistemas acuáticos ya que estos alteran en la desnaturalización de proteínas, el rango favorable para la mayoría de las especies acuáticas es de 6.0 a 7.2 (UPCT, 2017).

e) Alcalinidad total

Puede definirse como la capacidad de neutralizar ácidos, tiene capacidad de reaccionar con iones de hidrógeno, aceptar protones o la medida de contenido total de sustancias alcalinas. La determinación de la alcalinidad es muy importante debido a que este ayuda en la coagulación química (reaccionan para formar precipitados hidróxidos insolubles) dichos iones H^+ reaccionan con la alcalinidad del agua y actúa como un buffer del agua en intervalos de pH, en cambio el ablandamiento del agua ayuda en la determinación de la cantidad de cal y carbonato de sodio (Romero, 2005). La alcalinidad de las aguas depende de la presencia de carbonatos, bicarbonato e hidróxidos (Sierra, 2011).

f) Dureza total

Es principalmente una unidad de medida de calcio y magnesio disuelto en el agua se mide por ppm (Sierra, 2011). La dureza es causada por iones metálicos divalentes y son capaces de reaccionar con el jabón, formando precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua formando incrustaciones generando problemas en el lavado (Romero, 2005). Los términos aguas duras y aguas blandas por lo general son usados cuando se refieren al nivel de dureza calcio, así también la presencia de magnesio (UPCT, 2017).

El calcio (Ca) es un componente indispensable para la formación de conchas y huesos, pero no es un factor limitante en el agua. El magnesio (Mg), es importante para la formación de la molécula de clorofila (Roldán & Ramírez, 2008).

g) Cloruros

Los sólidos disueltos en el agua especialmente los cloruros, aumentan la salinidad en el medio acuático y causa serios problemas de osmorregulación en la mayoría de los organismos acuáticos, de modo que el alto contenido de sales en el agua está siempre asociada a baja diversidad de organismos (Roldán & Ramírez, 2008).

h) Turbidez

También conocido como turbiedad es una propiedad o efecto óptico causado por la dispersión de los rayos lumínicos en una muestra de agua, en otras palabras, hace que la luz sea remitida y no transmitida (Romero, 2005). Así mismo, la turbiedad mide el grado de opacidad en los cuerpos de agua ocasionado por materiales en suspensión que varían en tamaño como limo, arena, arcilla, materia orgánica y otros microorganismos (Car & Roldán, 2012). Por lo tanto, las aguas turbias aumentan su temperatura reduciendo así la concentración de oxígeno disuelto en el agua (UPCT, 2017).

i) Sulfatos

El sulfato es uno de los aniones más comunes en las aguas naturales en concentraciones diferentes, los altos contenidos de sulfatos también generar incrustaciones en las calderas, también tienen efectos purgantes principalmente en niños, por ello, se recomienda el consumo de agua potable con un valor mayor a 250mg/L de sulfatos (Romero, 2005).

j) Fosfatos

Son nutrientes para las plantas. Proceden de la utilización de fertilizantes, detergentes a base de fosfatos. La presencia elevada de fosfatos en ecosistemas acuáticos conlleva a la eutrofización, en la época cálida generan el crecimiento acelerado de algas, cianobacterias, lentejas de agua, los cuales al morir y ser descompuestos por bacterias aeróbicas provocan el agotamiento de oxígeno disuelto en el agua, la disminución del oxígeno provoca la muerte de distintos organismos acuáticos (Sierra, 2011).

k) Nitratos

En los nitratos está presente en anión NO_3^- , constituyen gran parte de los nutrientes que son indispensables en muchos organismos autótrofos o fotosintéticos y en este sentido, su presencia en el agua puede ocasionar fenómenos de eutrofización en ríos y lagos (Sierra, 2011).

Los nutrientes principalmente (nitratos y fosfatos) son responsables de la producción primaria en el medio acuático (Roldán & Ramírez, 2008). El proceso de nitrificación depende de la temperatura, pH y oxígeno disuelto en el agua. El incremento de nitratos en los ríos se debe principalmente a las actividades antropogénicas como la agricultura, descargas de residuos animales entre otros (UPCT, 2017).

2.4. Marco legal

2.4.1. Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)

Regula el uso y gestión integrada de los recursos hídricos, que comprende agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a ésta. Según el ordenamiento legal peruano el agua es un recurso natural renovable que constituye patrimonio de la Nación y es un bien de uso público, cuya administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación. En consecuencia, no hay propiedad privada sobre el agua, correspondiendo al Estado la asignación de derechos patrimoniales a particulares, condicionado a su disponibilidad.

2.4.2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Los estándares nacionales de calidad ambiental para agua se estableció mediante Decreto Supremo 004-2017-MINAM, con el objetivo de establecer los niveles de concentración de parámetros físicos, químicos y microbiológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo para la salud humana y el ambiente (MINAM, 2017).

Los estándares de calidad ambiental (ECAs) establecidos para la conservación del ambiente son de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional para aguas continentales superficiales y teniendo en cuenta el tipo de cuerpo de agua (Lagos, ríos y estuarios). Las aguas superficiales continentales son utilizadas para diferentes propósitos o usos, no siempre compatibles y por lo tanto se requieren mecanismos de gestión y control.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación política

Políticamente, el área de estudio está ubicado en:

Centro poblado : Santa Cruz de Hospicio

Distrito : Paras

Provincia : Cangallo

Departamento : Ayacucho

El área de estudio se encuentra aproximadamente a 2400 metros de distancia del centro poblado Santa Cruz de Hospicio por la carretera Ayacucho - Santa cruz de Hospicio, cercano a la laguna Pucacocha.

3.1.2. Ubicación geográfica

El bofedal está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas UTM (E 521861 y N 8517551) a una altitud 4470 (m.s.n.m.). La ubicación de las zonas de muestreo fue realizada mediante el uso de un GPS navegador complementado con el programa Google Earth.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población estuvo conformada por los macroinvertebrados acuáticos y el agua presente de arroyos en un bofedal ubicado en el centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras, Ayacucho.

3.2.2. Muestra

108 colecciones de muestras de macroinvertebrados acuáticos y muestras de agua de las zonas de muestreo en los arroyos de un bofedal.

3.3. Sistema de muestreo y recolección de datos

3.3.1. Ubicación de las zonas de muestreo

En una primera etapa del muestreo se ubicó de manera determinística nueve zonas de muestreo en los arroyos del bofedal con la finalidad de dar representatividad a las muestras a coleccionar ya que con ella se abarcó casi todos los sistemas lóticos. En una segunda etapa, la colección de muestras en cada zona se hizo de manera aleatoria (las colectas de las muestras en meses sucesivos estuvieron espaciados por aproximadamente 2 metros río arriba y río abajo) con frecuencia mensual durante un año, desde abril del 2021 hasta marzo del 2022.

Tabla 1. Ubicación geográfica de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Zonas de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
P1	521594	8519520	4543
P2	521488	8519038	4529
P3	521440	8518365	4509
P4	521653	8517948	4484
P5	521861	8517551	4470
P6	522131	8517436	4473
P7	522116	8516782	4454
P8	522142	8516341	4429
P9	521993	8516165	4421

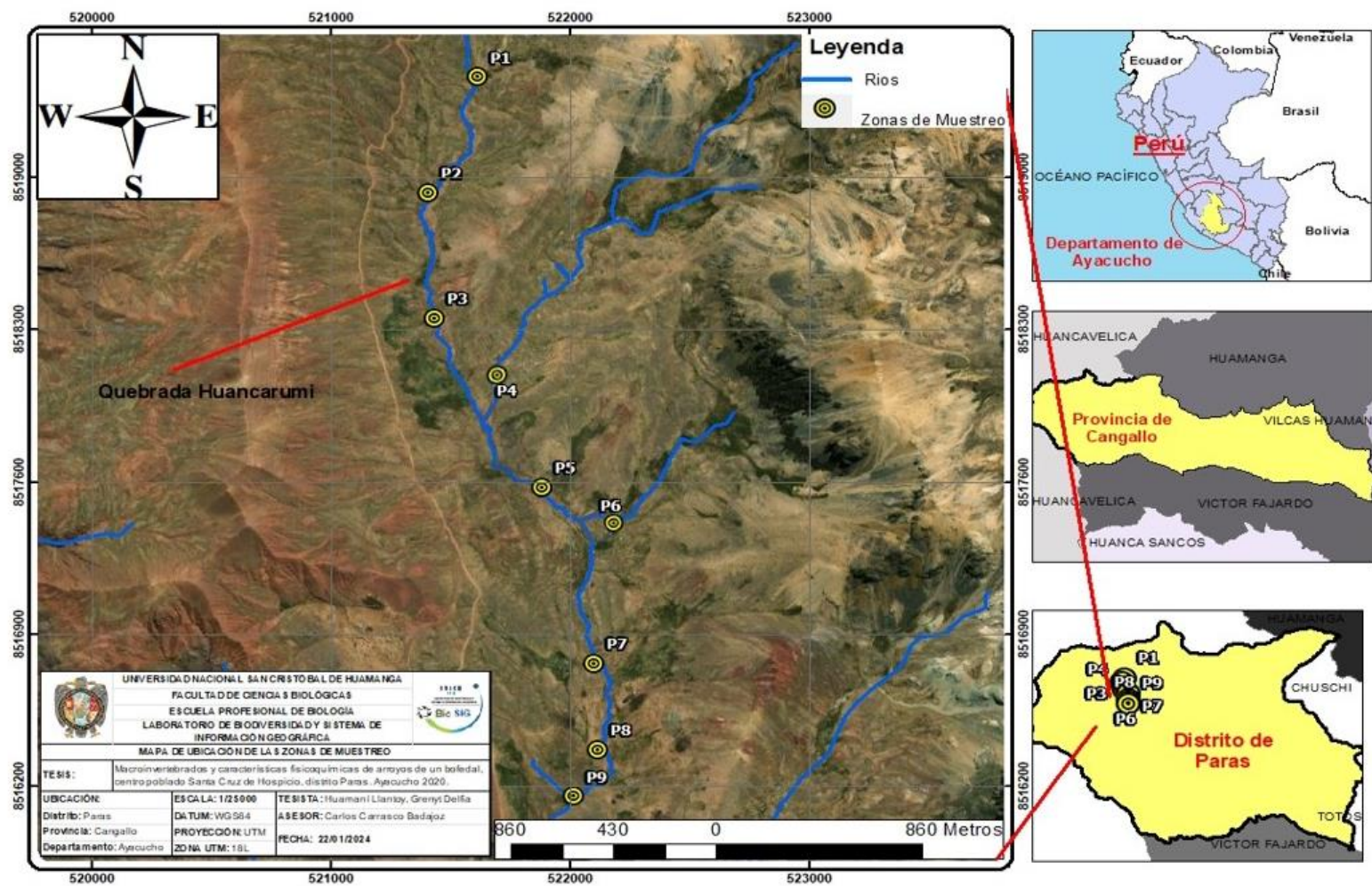


Figura 1. Mapa de ubicación de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio Paras-Ayacucho 2020.

3.3.2. Colección de macroinvertebrados acuáticos

La colecta de las muestras fue realizada en el periodo de tiempo de 7 a.m a 11:30 a.m., siguiendo una dirección en contra de la corriente de agua. La obtención de muestras de macroinvertebrados acuáticos se realizó en las zonas fijadas en los arroyos del bofedal a una profundidad no más de 40 cm. Cada una de ellas estuvo constituida por 5 colectas tomadas de lugares aledaños a la zona de muestreo. La muestra se obtuvo utilizando la red Surber de una abertura de malla de aproximadamente 500 μ m y un área de muestreo de 40 x 30 cm y con frecuencia mensual durante un año, desde abril de 2021 hasta marzo de 2022. En cada mes de muestreo se obtuvieron 9 colecciones de macroinvertebrados y muestras de agua en los arroyos de un bofedal. Los organismos colectados con la red de Surber fueron colocados en bolsas plásticas de 6 x12 cm. de dimensión al cual se agregó alcohol al 96% y posteriormente trasladado al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Escuela Profesional de Biología en donde fueron procesados. Para la colección de macroinvertebrados se tomaron en cuenta las recomendaciones mencionadas en Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos: Sistemática y Biología (Domínguez & Fernández, 2009) y el Manual de monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua (Carrera & Fierro, 2001).

3.4. Procesamiento y preservación de macroinvertebrados acuáticos

En el laboratorio las muestras fueron limpiadas con la ayuda de coladores (para eliminar las partículas finas) y pinzas (para aislar los especímenes). Para facilitar el proceso de selección de los organismos de interés se usaron bandejas translúcidas de 30x20 cm, en los que se depositó las muestras lavadas. Los organismos aislados fueron depositados en frascos de boca ancha y en viales, considerando las semejanzas morfológicas (morfotipo) al cual se agregó alcohol al 96%. Finalmente fueron rotulados para su identificación según la zona y la fecha de muestreo, hasta el proceso de identificación.

3.5. Identificación de los macroinvertebrados acuáticos

La identificación de estos organismos se realizó hasta géneros, sin embargo, en algunos casos fue hecha hasta familia, debido a la falta de claves taxonómicas de estadíos inmaduros, principalmente para la clase Insecta. Las claves taxonómicas empleados fueron Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología (Domínguez & Fernández, 2009), Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia (Roldán, 1996) y

Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Díptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú (Prat et al., 2011). Las observaciones de las características morfológicas de importancia fueron realizadas con un estereoscopio marca Zeizz, modelo Stemi 2000-C y microscopio compuesto marca Olympus, modelo CX31RTSF.

3.6. Toma de muestra y determinación de las características fisicoquímicas del agua

En cada zona de muestreo se midieron *in-situ* las características de temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales con un equipo multiparamétrico marca Hanna, modelo H198131, resaltando que la toma de muestras se realizó desde las 7 a.m. a 11:30 a.m., siguiendo una dirección en contra de la corriente (de la zona P9 hacia la zona P1). Para determinar otras características fue necesario la toma de muestras de agua con botellas de PVC limpias, las cuales se sumergieron en la corriente de agua, haciendo que ingrese cuidadosamente evitando generar turbulencia, una vez lleno el frasco se cerró herméticamente y etiquetado. Luego fueron trasladados al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica para su procesamiento en la que se determinó lo siguiente:

Tabla 2. Características fisicoquímicas del agua que se determinaron según la metodología de la SUNASS. (SUNASS, 1997)

Parámetro	Unidad	Método
pH		Método electrométrico
Conductividad eléctrica	uS/cm	Método electrométrico
STD	mg/L	Método electrométrico
Temperatura	°C	Método electrométrico
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Método titulométrico
Dureza cálcica	mg/L de Ca	Método titulométrico
Dureza magnésica	mg/L de Mg	Método titulométrico
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	Método titulométrico
Cloruros	mg Cl/L	Método argentométrico
Nitrato	mg/L NO ₃	Método espectrofotométrico
Fosfatos	mg/L PO ₃	Método espectrofotométrico
Sulfatos	mg/L	Método turbidimétrico
Turbidez	NTU	Método turbidimétrico

3.7. Determinación de las características fisicoquímicas del agua en relación con la composición de macroinvertebrados acuáticos

Para determinar la composición de la comunidad estudiada, tuvo que ser necesario la identificación de todos sus componentes, la que se realizó por zonas de muestreo. A parte de ello, para ver la relación entre características fisicoquímicas del agua y la composición de los macroinvertebrados en las zonas de muestreo se utilizó la técnica estadística de análisis de componentes principales (ACP).

3.8. Determinación de las características fisicoquímicas del agua en relación con la riqueza de macroinvertebrados

Una vez determinado las características fisicoquímicas e identificado los componentes de los macroinvertebrados, estos fueron categorizados de acuerdo a familia y/o género, familia y orden al cual pertenece, a partir de ello se pudo determinar la riqueza, como número de familia y/o género, familias y orden. En cuanto a la relación existente entre las características fisicoquímicas del agua y la riqueza de los macroinvertebrados, se empleó una prueba de correlación de Spearman.

3.9. Determinación de las características fisicoquímicas del agua en relación con la abundancia de macroinvertebrados acuáticos

En cada muestra se contabilizó el número de individuos por géneros para luego relacionarlo con el número total de organismos colectados para obtener la abundancia relativa al ser multiplicado por 100. Adicionalmente se comparó la abundancia relativa de los macroinvertebrados en tres estadíos climáticos del año. Estadío seco/frío (mayo, junio, julio y agosto), estadío intermedio (abril, setiembre, octubre y noviembre) y estadío lluvioso (diciembre, enero, febrero y marzo) tomando en cuenta la recomendaciones de Moncada et al. (2023). Con la finalidad de cuantificar el nivel de relación existente entre las características fisicoquímicas del agua y la abundancia de los macroinvertebrados, se empleó una prueba de correlación de Rho de Spearman.

3.10. Tipo de Investigación

3.10.1. Diseño de Investigación

De nivel descriptivo-correlacional, donde se recopiló información de las variables como características de la comunidad macroinvertebrada acuática (composición, riqueza y abundancia relativa) y las características fisicoquímicas de las aguas. Para luego con métodos estadísticos explicar la relación existente entre ellas.

3.10.2. Análisis de datos

Con los datos de identificación de los taxones colectados y sus respectivas abundancias; así como de las características fisicoquímicas del agua, se construyó una matriz en el software Microsoft Office Excel 2016. Posteriormente fue exportada al software InfoStat, donde se estimó los estadísticos descriptivos de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar), que posteriormente fueron presentados en figuras y tablas. Con la finalidad de comparar las abundancias de los componentes de los macroinvertebrados por zonas de muestreos se empleó la prueba de Kruskal Wallis, debido a que los datos no se ajustaron a una distribución normal. Con la finalidad de cuantificar el nivel de relación existente entre las características fisicoquímicas del agua y la abundancia de los componentes de los macroinvertebrados, se empleó una prueba de correlación de Sperman, complementado con estadística multivariada de componentes principales.

IV. RESULTADOS

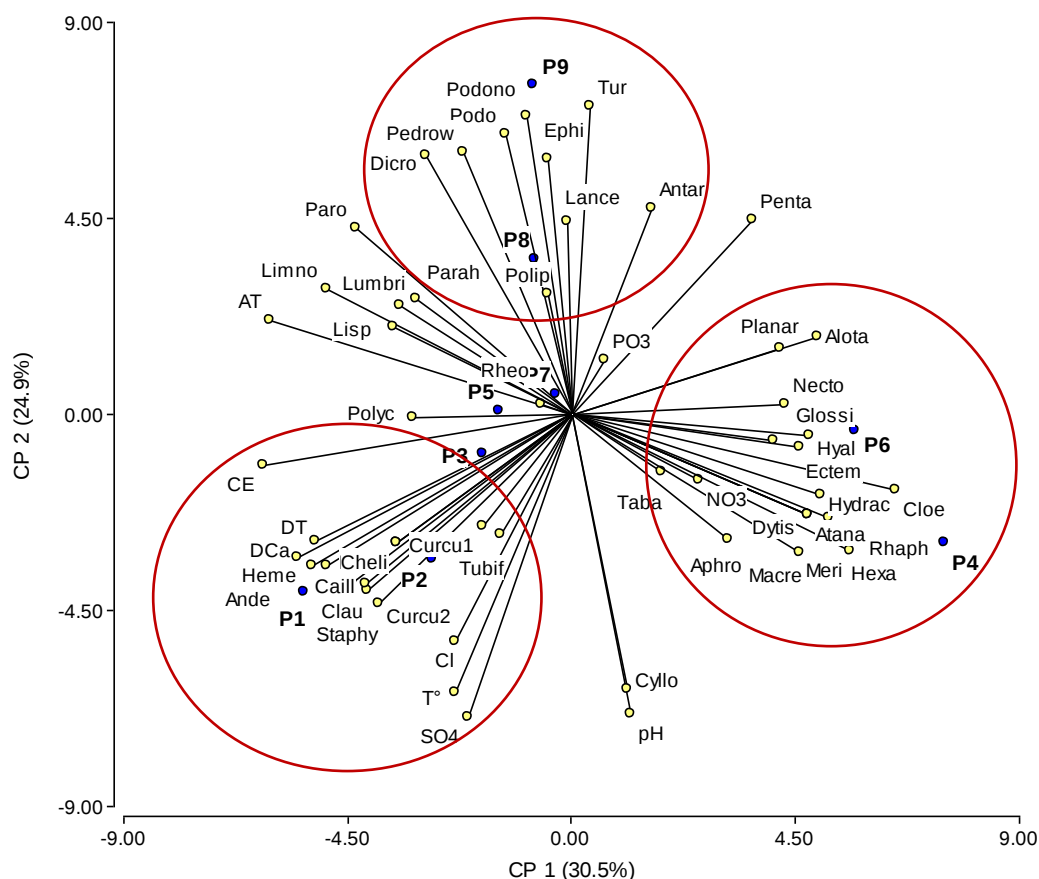
Tabla 3. Composición y número total de organismos capturados de los macroinvertebrados de arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Clase	Orden	Familia	Familia y/o género	Zonas de muestreo									Total N° de organismos
				P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops</i>										2042
			<i>Cloeodes</i>										1241
			<i>Nanomis</i>										3
		Leptophlebiidae	<i>Meridialaris</i>										276
	Plecoptera	Gripopterygidae	<i>Claudioperla</i>										575
	Hemiptera	Corixidae	<i>Ectemnostega</i>										437
	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Cailloma</i>										636
		Leptoceridae	<i>Atanatolica</i>										11
			<i>Nectopsyche</i>										28
		Limnephilidae	<i>Antarctoecia</i>										318
		Policentropodidae	<i>Polycentropus</i>										26
	Diptera	Chironomidae	<i>Alotanypus</i>										172
			<i>Dicrotendipes</i>										3360
			<i>Paraheptagyia</i>										654
			<i>Parochlus</i>										133
			<i>Pentaneura</i>										864
			<i>Podonomus</i>										74
			<i>Podonomopsis</i>										499
			<i>Polipedium</i>										4
			<i>Rheotanytarsus</i>										12
		Dolichopodidae	<i>Aphrosylus</i>										7

Diptera			<i>Rhaphium</i>										1
		Empididae	<i>Chelifera</i>										18
			<i>Hemerodromia</i>										124
		Ephydriidae	<i>Ephidra</i>										2
		Muscidae	<i>Limnophora</i>										266
			<i>Lispe</i>										31
		Simuliidae	<i>Pedrowygomysia</i>										450
		Tabanidae	<i>Tabanus</i>										292
		Tipulidae	<i>Hexatoma</i>										496
		Coleoptera	Curculionidae	<i>Curculionidae1</i>									
<i>Curculionidae2</i>												2	
Dytiscidae	<i>Lancetes</i>											6	
	<i>DytiscidaeG1</i>											4	
Elmidae	<i>Cylloepus</i>											2402	
	<i>Macrelmis</i>											2803	
Staphylinidae	<i>Staphylinidae</i>											231	
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i>									248	
Arachnida	Trombidiformes	Hydrachnidae	Hydrachnidae									182	
Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae									53	
	Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculidae									318	
	Tubificida	Tubificidae	Tubificidae									10	
Rhabditophora	Tricladida	Planariidae	Planariidae									73	
Total familias y/o géneros				27	32	30	36	28	30	27	30	32	18879

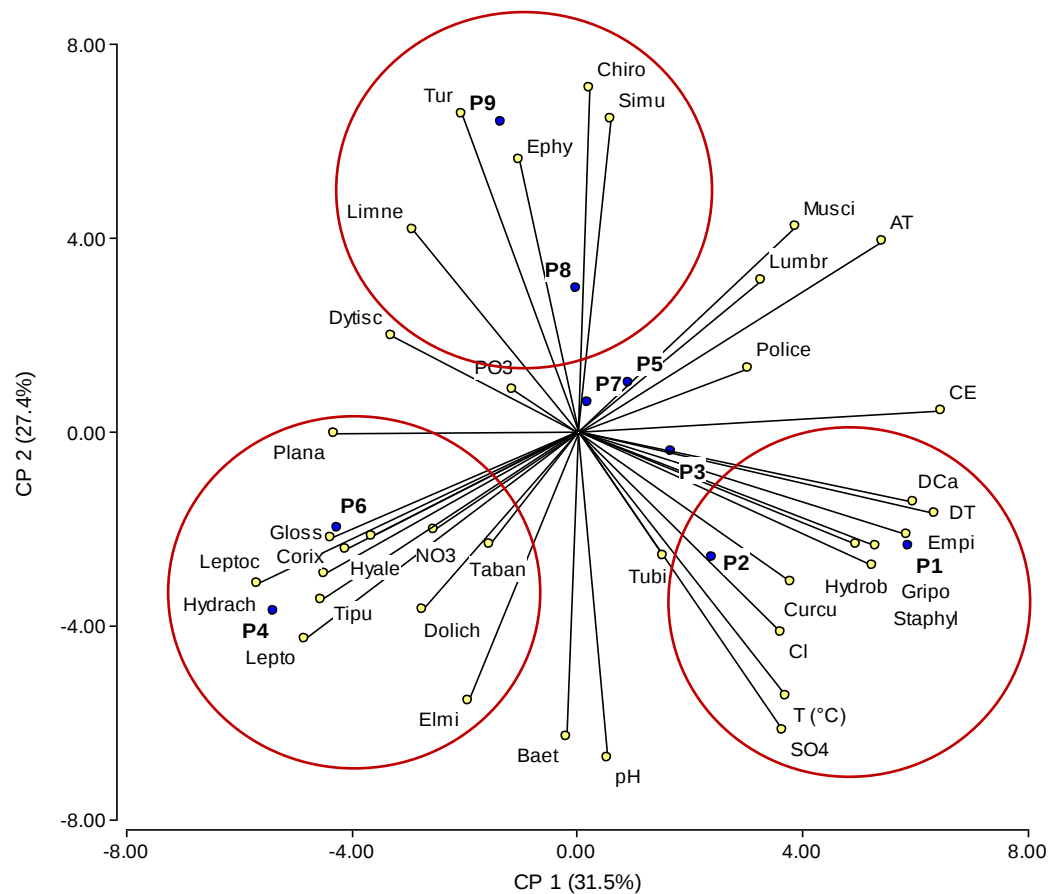
Tabla 4. Valores promedios y desviación estándar de las características fisicoquímicas del agua en nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Características fisicoquímicas	Zonas de muestreo									K-W (p)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	
Temperatura (°C)	9,5±2,9	9,3±2,8	8,0±2,8	6,9±2,9	6,7±2,9	6,0±2,8	4,7±2,8	4,0±2,5	4,1±2,7	0,000
Conductividad eléctrica (uS/cm)	1321,67±644,2	1065,0±653,9	1050,00±634,2	439,17±364,0	925,83±592,05	831,67±664,23	886,67±546,22	931,67±	880,00±368,04	0,025
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	660,00±329,16	533,33±326,8	525,00±317,96	225,00±180,5	465,83±307,58	411,67±336,50	443,33±276,19	465,00±285,70	443,33±188,36	0,035
pH	8,38±0,28	8,22±0,38	8,26±0,61	8,46±0,71	8,21±0,43	8,20±0,77	7,92±0,66	8,00±0,49	7,64±0,29	0,000
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	117,33±23,47	105,50±24,12	97,67±23,23	83,83±23,47	112,00±31,47	85,17±24,16	104,17±30,77	106,67±30,73	114,17±35,55	0,049
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	628,33±129,73	418,50±73,38	354,50±61,11	165,67±74,79	295,67±66,13	232,33±50,22	269,00±60,92	269,50±57,44	270,67±61,12	0,000
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	385,00±115,38	214,67±65,49	190,50±67,42	83,33±50,70	126,67±47,63	118,67±48,39	143,67±45,93	139,67±	157,83±45,82	0,000
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	243,33±45,02	203,83±65,49	164,00±19,93	82,33±32,27	169,00±49,84	113,67±22,85	125,33±49,81	129,83±35,07	112,83±41,86	0,000
Cloruros (mg Cl/L)	10,25±1,92	9,25±1,96	9,58±1,77	9,63±1,65	8,50±1,48	7,79±1,47	8,54±1,62	8,75±1,88	8,04±1,54	0,010
Turbidez (NTU)	39,62±26,74	39,42±25,85	40,37±28,32	39,65±26,82	40,82±28,14	41,15±29,11	40,93±29,69	40,82±30,47	43,48±32,33	1,000
Sulfatos (mg/L)	11683,27±7572,27	11979,27±6343,06	9747,01±7156,31	8874,99±10792,45	8257,93±8364,04	8333,49±8321,27	7528,22±7486,24	7474,89±7524,65	4330,78±3915,24	0,806
Fosfatos (mg/L PO ₃)	0,70±0,54	0,82±0,60	1,07±0,70	0,88±0,74	0,66±0,48	0,73±0,66	0,61±0,43	0,69±0,48	0,98±0,68	0,857
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,34±0,17	0,44±0,11	0,40±0,07	0,53±0,15	0,37±0,11	0,33±0,06	0,31±0,05	0,29±0,06	0,43±0,11	0,015



Ande=Andesiops; Caill=Cailloma; Curcu2=Curculionidae2; Staphy=Staphylinidae; Clau=Claudiperla; Curcu1=Curculionidae; Tubif=Tubificidae; Heme=Hemerodromia; Nano=Nanomis; Cheli=Chelifera; Polyc=Polycentropus; Rheo=Rheotanytarsus; Cyllo=Cylloepus; Aphro=Aphrosylus; Macre=Macrelmis; Taba=Tabanus; Atana=Atanatolica; Meri=Meridialaris; Hexa= Hexatoma; Hydrach=Hydrachnidae; Rhaph=Rhaphium; Dytis=DytiscidaeG1; Hyal=Hyaella; Cloe=Cloeodes; Ectem=Ectemnostega; Glossi=Glossiphoniidae; Necto=Nectopsyche; Alota=Alotanypus; Planar=Planariidae; Penta=Pentaneura; Antar=Antarctoecia; Polip=Polipedilum; Lance=Lancetes; Ephi=Ephidra; Podono=Podonomopsis; Podo=Podonomus; Pedro=Pedrowygomyia; Dicro=Dicrotendipes; Lumbri=Lumbriculidae; Paro=Parochlus; Lisp=Lispe; Parah=Paraheptagyia; Limno=Limnophora. Tur=Turbidez; AT=Alcalinidad total; CE=Conductividad eléctrica; DT=Dureza total; SO4=Sulfatos; T(°C)=Temperatura; Cl=Cloruros; pH=potencial de hidrógeno; NO3= Nitratos; PO3= Fosfatos; CP=Componente principal. (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 y P9)=Zonas de muestreo.

Figura 2. Análisis de componentes principales para las familias y/o géneros de los macroinvertebrados y las características fisicoquímicas del agua según las zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Baet=Baetidae; Lepto=Leptophlebiidae; Gribo=Gripopterygidae; Corix=Corixidae; Hydrog=Hydrobiosidae; Lepto=Leptoceridae; Limne=Limnephilidae; Police=Policentropodidae; Chiro=Chironomidae; Dolich=Dolichopodidae; Empi=Empididae; Ephy=Ephydriidae; Musci=Muscidae; Simu=Simuliidae; Taban=Tabanidae; Tipu=Tipulidae; Curcu=Curculionidae; Dytisc=Dytiscidae; Elmi=Elmidae; Staphyl=Staphylinidae; Hyale=Hyalellidae; Hydrach=Hydrachnidae; Gloss=Glossiphoniidae; Lumbr=Lumbricidae; Tubi=Tubificidae; Planar=Planariidae; Tur=Turbidez; AT=Alcalinidad total; CE=Conductividad eléctrica; DT=Dureza total; SO4=Sulfatos; T(°C)=Temperatura; Cl=Cloruros; pH=potencial de hidrógeno; NO3= Nitratos; PO3= Fosfatos; CP=Componente principal. (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 y P9)=Zonas de muestreo.

Figura 3. Análisis de componentes principales para las familias de los macroinvertebrados y las características fisicoquímicas del agua según las zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Tabla 5. Coeficiente de correlación de Rho de Spearman para las características fisicoquímicas del agua, riqueza de familias y/o géneros y familias de macroinvertebrados en arroyos del bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Características fisicoquímicas	Familias y/o géneros (n°)	Familias (n°)
Temperatura (°C)	-0,079	0,024
Conductividad eléctrica (uS/cm)	0,041	-0,027
pH	-0,015	0,079
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	-0,553**	-0,485**
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	-0,376**	-0,328**
Cloruros (mg Cl/L)	-0,291**	-0,239*
Turbidez (NTU)	0,051	0,102
Sulfatos (mg/L)	-0,042	-0,062
Fosfatos (mg/L PO ₃)	0,200	0,160
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,301*	0,231

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

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

Tabla 6. Coeficiente de correlación de Rho de Spearman para las características fisicoquímicas del agua y familias y/o géneros de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Familias y/o géneros	Temp. (°C)	CE (uS/cm)	pH	A.T. (mg/L CaCO ₃)	DT (mg/L CaCO ₃)	Cl (mg Cl/L)	Turb. (NTU)	Sulf. (mg/L)	PO ₃ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	Cor. Sig. (n°)
<i>Andesiops</i>	0.161	-0,328**	0,201*	-0.106	-0.004	-0,259**	0,654**	-0,532**	0.096	-0.177	5
<i>Cloeodes</i>	-0,277**	-0.061	0.006	-0,263**	-0,379**	-0.106	-0.129	0.002	-0.113	0.230	3
<i>Nanomis</i>	0.135	0.107	0.134	-0.099	0.082	-0.167					0
<i>Meridalaris</i>	0.098	-0,335**	0.188	-0.073	-0,253**	0.039	0.099	-0.059	-0.148	-0.032	2
<i>Claudioperla</i>	0,292**	0,276**	0,237*	-0.018	0,462**	0,200*	0.003	0.131	-0.099	0.076	5
<i>Ectemnostega</i>	-0.137	0.075	0.023	-0,239*	-0,252**	0.080	-0.169	0.153	-0,275*	0.238	3
<i>Cailloma</i>	0,347**	0.178	0.155	0,313**	0,337**	0,270**	-0.114	0,268*	-0.097	-0.079	5
<i>Atanatolica</i>	0.067	-0,303**	0,198*	-0.166	-0,396**	0.184	-0.047	-0.027	-0.033	0,273*	4
<i>Nectopsyche</i>	-0.068	-0,244*	-0.047	-0.180	-0,287**	-0,274**	0.135	-0.162	-0.069	-0.151	3
<i>Antarctoceia</i>	0.063	-0,261**	0.010	-0,293**	-0,320**	-0,250**	0,492**	-0,447**	0.169	-0.017	6
<i>Polycentropus</i>	-0.129	0,262**	-0.060	-0.178	0.018	-0.104	-0.167	0.193	0.084	0.014	1
<i>Alotanypus</i>	-0.149	0.046	-0.132	0.007	-0.099	0.040	-0.161	0.112	-0.184	0.256	0
<i>Dicrotendipes</i>	-0.144	0,266**	-0,210*	0,231*	0,194*	0.077	-0,273*	0.137	0.147	0.167	5
<i>Paraheptagvia</i>	-0.018	-0,322**	0.086	-0,346**	-0,327**	-0,265**	0,569**	-0,623**	0,304*	-0.074	7
<i>Parochlus</i>	-0,351**	0,508**	-0.083	-0,322**	0.015	0.112	-0,544**	0,580**	-0.032	0,446**	6
<i>Pentaneura</i>	-0,390**	0.150	-0.170	-0,498**	-0,419**	-0,287**	-0.028	0.028	0.069	0.022	4
<i>Podonomus</i>	-0.058	0.118	-0,292**	0.137	0.053	-0.006	-0,288*	0.188	0,293*	0.250	3
<i>Podonomopsis</i>	-0,261**	-0.032	-0,227*	-0,286**	-0,351**	-0,321**	0,308*	-0,356**	0.120	-0.174	7
<i>Polipediium</i>	-0.135	-0.036	-0.107	-0.082	-0.073	-0.151	0.031	-0.093	0.066	-0.084	0
<i>Rheotanytarsus</i>	0.000	-0.092	-0.129	0.120	0.025	-0.123	-0.045	0.056	-0.092	0,286*	1
<i>Aphrosylus</i>	0.146	-0.134	0.053	-0,210*	-0.171	-0.178	0.164	-0.218	0.052	0.069	1
<i>Rhaphium</i>	0.029	-0.099	-0.002	-0.132	-0.166	-0.117					0
<i>Chelifera</i>	0.066	0,222*	0.090	-0.116	0.095	0.008	-0.141	0,284*	0.055	0.049	2
<i>Hemerodromia</i>	-0,191*	0,572**	-0.019	-0.060	0,243*	0,333**	-0,555**	0,607**	-0.205	0.162	6
<i>Ephidra</i>	-0.073	0.011	-0.150	-0.017	-0.113	-0.048	0.110	-0.154	-0.004	-0.172	0
<i>Limnophora</i>	-0.079	0,382**	-0.106	0,338**	0,366**	0.054	-0,454**	0,391**	-0.082	0.138	5
<i>Lispe</i>	0.018	0.162	-0.185	0.129	0.150	-0.022	-0.090	0.074	-0.142	-0.095	0
<i>Pedrowyomyia</i>	0.009	-0,410**	0.054	-0.105	-0,277**	-0,299**	0,683**	-0,659**	0.184	-0.197	5
<i>Tabanus</i>	0.025	0.163	-0.095	-0,190*	-0.073	-0.148	-0,283*	0,284*	0.199	0.068	3
<i>Hexatoma</i>	-0.042	-0,383**	0.071	-0,498**	-0,565**	-0,327**	0,365**	-0,447**	0.221	0.108	6
<i>Curculionidae 1</i>	0.098	-0.023	-0.118	0.132	0.129	-0.048					0
<i>Curculionidae 2</i>	0.152	-0.002	-0.133	0,206*	0,205*	0.007					2
<i>Lancetes</i>	-0,195*	0.153	0.047	-0,198*	-0.046	-0.015	-0.129	0.225	-0.074	0.207	2
<i>Dytiscidae G1</i>	-0.045	-0.125	0.023	-0.177	-0,231*	-0.117					1
<i>Cylloepus</i>	-0.036	0,289**	0.066	-0,315**	-0.066	-0.006	-0,335*	0,427**	0.020	0.097	4
<i>Macrelmis</i>	0.069	0.042	-0.162	0.092	-0.051	0.037	-0,358**	0.225	-0.086	-0.233	1
<i>Staphylinidae</i>	0,225*	-0.157	0.132	-0.165	0.071	-0.130	0,374**	-0,344*	0.131	-0.071	3
<i>Hyaella</i>	-0.037	-0.143	-0.085	-0.152	-0,307**	-0,248**	0.017	-0.028	-0.004	-0.072	2
<i>Hydrachnidae</i>	-0.181	0.015	-0.101	-0,254**	-0,280**	0.000	-0,285*	0.224	0.193	0.184	3
<i>Glossiphoniidae</i>	0.019	-0,249**	-0.017	-0,217*	-0,396**	-0,248**	0.157	-0.095	-0.116	-0.148	4
<i>Lumbriculidae</i>	0.043	-0.043	0,236*	-0.037	0.068	-0.018	-0.001	0.064	0.117	-0.094	1
<i>Tubificidae</i>	-0.019	-0.060	0.036	-0.142	-0.087	-0.118	0.053	0.013	0.216	0.172	0
<i>Planariidae</i>	0.094	-0,194*	0.016	-0.040	-0.149	-0.112	0.050	-0.043	0.216	0.093	1
Correlac. Sig. (n°)	9	18	7	18	21	13	16	14	3	3	

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

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

Temp (°C)=Temperatura; CE=Conductividad eléctrica; pH=potencial de hidrógeno; AT=Alcalinidad total; DT=Dureza total; Cl=Cloruros; Turb=Turbidez; Sulf=Sulfatos; ; PO₃= Fosfatos; NO₃= Nitratos.

Tabla 7. Coeficiente de correlación de Rho de Spearman para las características fisicoquímicas del agua y familias de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Familias	Temp. (°C)	CE (uS/cm)	pH	A.T. (mg/L CaCO ₃)	DT (mg/L CaCO ₃)	Cl (mg Cl/L)	Turb. (NTU)	Sulf. (mg/L)	PO ₃ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	Correlac. Sig. (n°)
Baetidae	0.030	-0,359**	0,207*	-0,238*	-0,196*	-0,236*	0,542**	-0,453**	-0,054	0,020	7
Leptophlebiidae	0.098	-0,335**	0,188	-0,073	-0,253**	0,039	0,099	-0,059	-0,148	-0,032	2
Gripterygidae	0,292**	0,276**	0,237*	-0,018	0,462**	0,200*	0,003	0,131	-0,099	0,076	5
Corixidae	-0,137	0,075	0,023	-0,239*	-0,252**	0,080	-0,169	0,153	-0,275*	0,238	3
Hydrobiosidae	0,347**	0,178	0,155	0,313**	0,337**	0,270**	-0,114	0,268*	-0,097	-0,079	5
Leptoceridae	0,014	-0,373**	0,114	-0,247**	-0,472**	-0,080	0,055	-0,129	-0,079	0,118	3
Limnephilidae	0,063	-0,261**	0,010	-0,293**	-0,320**	-0,250**	0,492**	-0,447**	0,169	-0,017	6
Policentropodidae	-0,129	0,262**	-0,060	-0,178	0,018	-0,104	-0,167	0,193	0,084	0,014	1
Chironomidae	-0,358**	0,236*	-0,297**	0,031	-0,057	-0,053	-0,149	0,009	0,046	0,180	3
Dolichopodidae	0,146	-0,135	0,054	-0,210*	-0,173	-0,179	0,164	-0,218	0,052	0,069	1
Empididae	-0,175	0,545**	-0,001	-0,109	0,186	0,256**	-0,524**	0,594**	-0,231	0,141	3
Ephydriidae	-0,073	0,011	-0,150	-0,017	-0,113	-0,048	0,110	-0,154	-0,004	-0,172	0
Muscidae	-0,088	0,384**	-0,134	0,326**	0,352**	0,046	-0,437**	0,374**	-0,117	0,110	5
Simuliidae	0,009	-0,410**	0,054	-0,105	-0,277**	-0,299**	0,683**	-0,659**	0,184	-0,197	5
Tabanidae	0,025	0,163	-0,095	-0,190*	-0,073	-0,148	-0,283*	0,284*	0,199	0,068	3
Tipulidae	-0,042	-0,383**	0,071	-0,498**	-0,565**	-0,327**	0,365**	-0,447**	0,221	0,108	6
Curculionidae	0,152	-0,002	-0,133	0,206*	0,205*	0,007					2
Dytiscidae	-0,214*	0,104	0,056	-0,231*	-0,112	-0,038	-0,129	0,225	-0,074	0,207	2
Elmidae	0,000	0,233*	-0,056	-0,096	-0,016	0,006	-0,420**	0,393**	-0,064	-0,125	3
Staphylinidae	0,225*	-0,157	0,132	-0,165	0,071	-0,130	0,374**	-0,344*	0,131	-0,071	3
Hyalellidae	-0,037	-0,143	-0,085	-0,152	-0,307**	-0,248**	0,017	-0,028	-0,004	-0,072	2
Hydrachnidae	-0,181	0,015	-0,101	-0,254**	-0,280**	0,000	-0,285*	0,224	0,193	0,184	3
Glossiphoniidae	0,019	-0,249**	-0,017	-0,217*	-0,396**	-0,248**	0,157	-0,095	-0,116	-0,148	4
Lumbriculidae	0,043	-0,043	0,236*	-0,037	0,068	-0,018	-0,001	0,064	0,117	-0,094	1
Tubificidae	-0,019	-0,060	0,036	-0,142	-0,087	-0,118	0,053	0,013	0,216	0,172	0
Planariidae	0,094	-0,194*	0,016	-0,040	-0,149	-0,112	0,050	-0,043	0,216	0,093	1
Correlac. Sig. (n°)	5	14	4	13	14	9	10	10	1	0	

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

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

Temp (°C)=Temperatura; CE=Conductividad eléctrica; pH=potencial de hidrógeno; AT=Alcalinidad total; DT=Dureza total; Cl=Cloruros; Turb=Turbidez; Sulf=Sulfatos; ; PO₃= Fosfatos; NO₃= Nitratos.

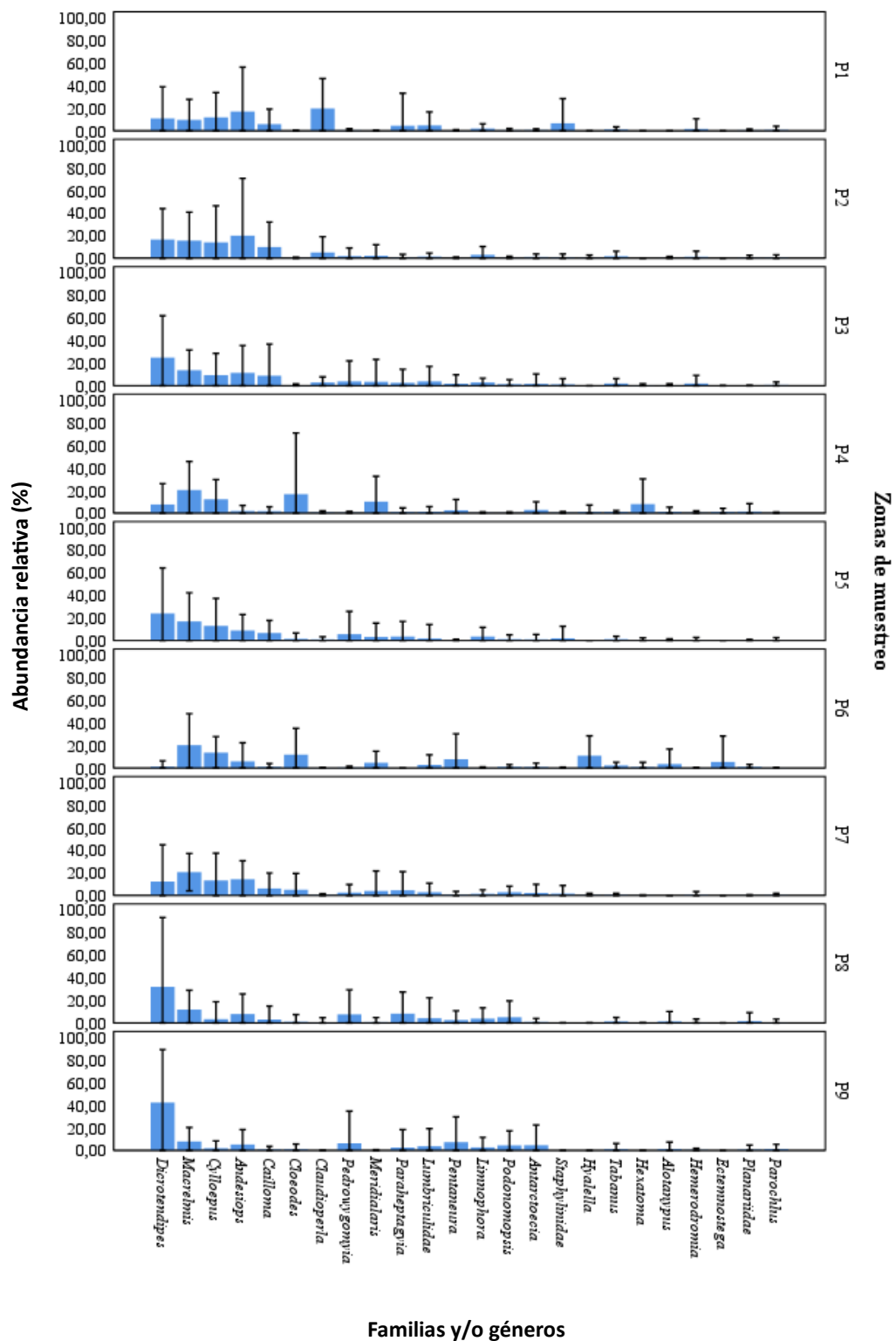


Figura 4. Abundancia relativa promedio y desviación típica de familias y/o géneros de macroinvertebrados (24 más dominantes) de nueve zonas de muestreo, en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

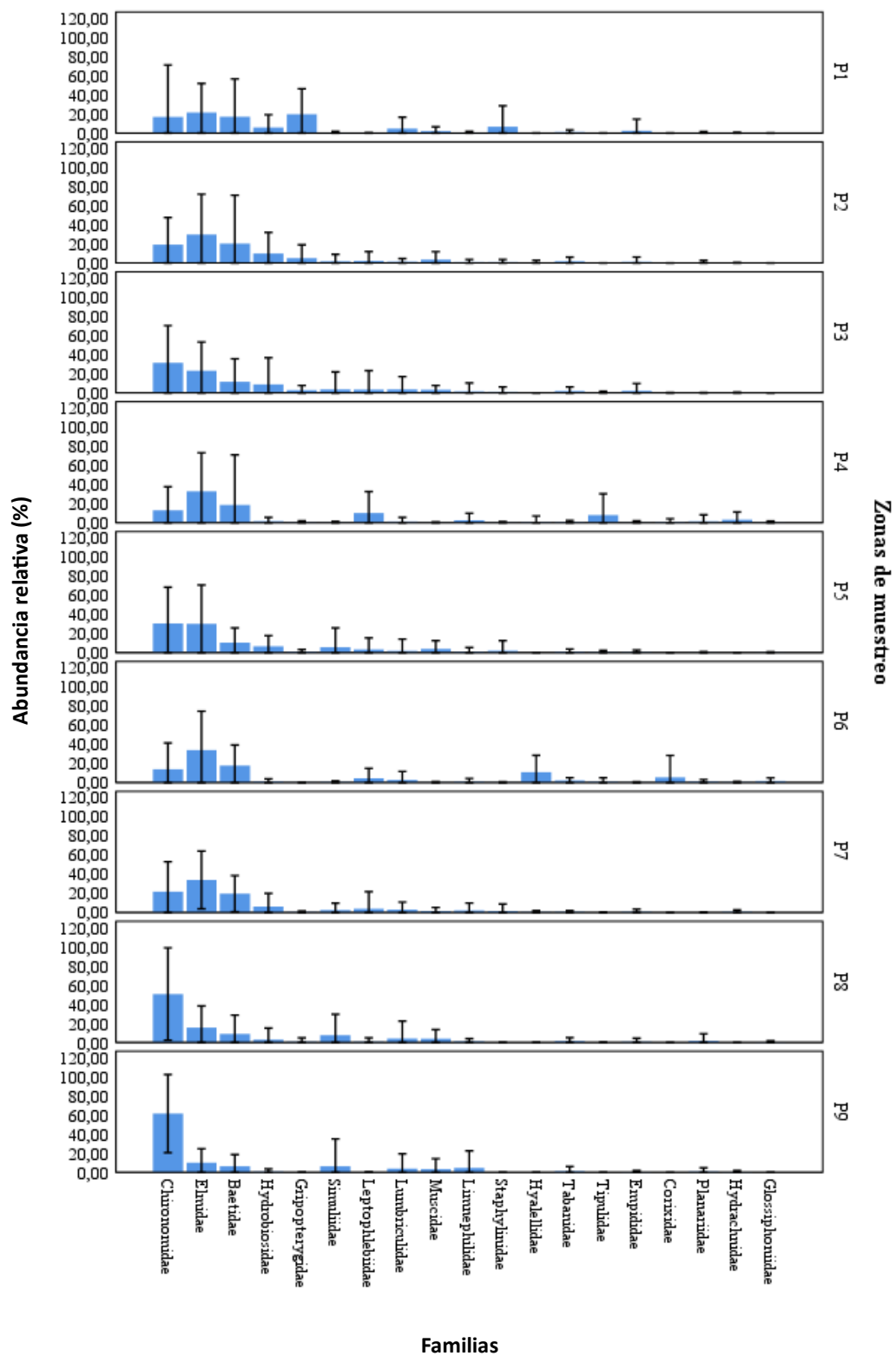


Figura 5. Abundancia relativa promedio y desviación típica de las familias de macroinvertebrados en nueve zonas de muestreo, en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Figura 8. Abundancia de los componentes de macroinvertebrados en tres estadios climáticos del año de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Familias géneros	y/o	Estadios			Estadios climáticos presente (n°)
		Seco/frío	Intermedio	Lluvioso	
<i>Andesiops</i>		490	934	618	3
<i>Cloeodes</i>		1019	118	104	3
<i>Nanomis</i>		3	0	0	1
<i>Meridialaris</i>		37	96	243	3
<i>Claudioperla</i>		307	167	101	3
<i>Ectemnostega</i>		424	13	0	2
<i>Cailloma</i>		210	292	134	3
<i>Atanatolica</i>		4	3	4	3
<i>Nectopsyche</i>		11	11	6	3
<i>Antarctoecia</i>		74	100	154	3
<i>Polycentropus</i>		23	3	0	2
<i>Alotanypus</i>		136	36	0	2
<i>Dicrotendipes</i>		1556	1337	467	3
<i>Paraheptagyia</i>		157	311	186	3
<i>Parochlus</i>		107	26	0	2
<i>Pentaneura</i>		794	50	20	3
<i>Podonomus</i>		13	58	3	3
<i>Podonomopsis</i>		359	99	41	3
<i>Polipedium</i>		0	4	0	1
<i>Rheotanytarsus</i>		3	8	1	3
<i>Aphrosylus</i>		3	2	2	3
<i>Rhaphium</i>		1	0	0	1
<i>Chelifera</i>		9	8	1	3
<i>Hemerodromia</i>		78	45	1	3
<i>Ephidra</i>		0	0	2	1
<i>Limnophora</i>		132	94	40	3
<i>Lispe</i>		13	13	5	3
<i>Pedrowygomysia</i>		62	169	219	3
<i>Tabanus</i>		165	96	31	3
<i>Hexatoma</i>		176	251	69	2
<i>Curculionidae1</i>		0	1	0	1
<i>Curculionidae2</i>		0	2	0	1
<i>Lancetes</i>		6	0	0	1
<i>Dytiscidae G1</i>		4	0	0	1
<i>Cylloepus</i>		1409	805	188	3
<i>Macrelmis</i>		1187	1231	385	3
<i>Staphylinidae</i>		57	65	109	3
<i>Hyaella</i>		75	71	102	3
<i>Hydrachnidae</i>		121	54	7	3
<i>Glossiphoniidae</i>		23	11	19	3
<i>Lumbriculidae</i>		146	75	97	3
<i>Tubificidae</i>		1	9	0	2
<i>Planariidae</i>		16	19	38	3
Total familias y/o géneros (n°)		39	38	31	

V. DISCUSIÓN

En la Tabla 3, se muestra la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos registrada en las 9 zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. Se colectó un total de 18 879 especímenes pertenecientes a 43 familias y/o géneros, en 26 familias, 11 órdenes y 5 clases (Insecta, Malacostraca, Arachnida, Clitellata y Rhabditophora). Se puede resaltar que la clase Insecta fue la que presentó mayor riqueza, representado por 20 familias de un total de 26, así como 37 géneros de un total de 43: mientras que las clases Malacostraca, Arachnida y Rhabditophora presentaron un solo género cada uno. Dentro de la clase Insecta, el género con mayor número de individuos capturados fue *Dicrotendipes* del orden (Diptera), con 3 360 individuos, seguido por *Macrelmis* y *Cylloepus* ambas del orden (Coleoptera) con 2 083 y 2 402 individuos, respectivamente. Así mismo los géneros *Andesiops* y *Cloeodes* (Ephemeroptera) se hallan dentro de los más abundantes, con 2 042 y 1 241 individuos respectivamente. La gran mayoría de las familias y/o géneros hallados presentan valores de abundancia mucho menores a los anteriormente descritos, es el caso de *Nanomis*, *Polipedium*, *Ephidra*, Dytiscidae G1 y *Curculionidae* 2 con menos de 5 individuos, *Rhaphium* y *Curculionidae* 1, con solo uno que fue registrado en todo un periodo anual. Al comparar las zonas de muestreo, en cuanto al número de familias y/o géneros (composición), la zona P4 presentó una mayor riqueza con familias y/o géneros, en comparación a las zonas P1 y P7 en el que se registraron 27, mientras que el resto de zonas, presentó valores intermedios. Dichas variaciones en cuanto a la composición de la comunidad estudiada, se pueden explicar debido a la diferencia que existe en las características fisicoquímicas de las aguas de los arroyos, lo que condiciona la presencia y ausencia de los géneros, tal como lo menciona Car & Roldán (2012). Probablemente la escasez o presencia de vegetación también fue

un factor de importancia; así como, el tipo de sustrato, ya que se observó que los riachuelos presentaron diferentes características (Hanson et al., 2010). Los resultados encontrados son similares con los reportados por (Silva, 2018), quien realizó una investigación en las quebradas de Chicucha y Ccollpahuaycco en la localidad de Chontaca (Ayacucho) desde setiembre del 2016 hasta julio del 2017, habiendo colectado 18 340 individuos, distribuidos en 9 órdenes, 24 familias y 34 géneros. Otro estudio realizado por (Acosta, 2009) en la cuenca altoandina de Cañete (Perú), reporta la presencia de 108 géneros de macroinvertebrados bentónicos, los órdenes con mayor riqueza de géneros fueron Diptera, Trichoptera y Coleoptera. Sin embargo, al comparar los resultados de esta investigación con la realizada por Carrasco et al. (2020), presentan mayor riqueza, ya que reporta 26 familias y/o géneros en 20 familias, 11 órdenes y cinco clases, probablemente debido a un menor tiempo de muestreo. Por último, Palacios (2021) colectaron un total de 11 516 individuos pertenecientes a 41 géneros pertenecientes a 25 familias, en corrientes de agua de las unidades geográficas de Parón, Llanganuco y Huaytapallana, Ancash (Perú).

En la tabla 4 se puede observar los valores promedios de las principales características fisicoquímicas del agua en nueve zonas ubicados en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito Paras. De manera general se observa heterogeneidad de una zona a otra, es así que, para la conductividad eléctrica, los valores registrados fluctúan de 439,17 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P4) hasta 1321,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en (P1). La alcalinidad va desde 83,83 mg/L CaCO_3 en (P4) a 117,33 mg/L CaCO_3 en (P1). El pH mínimo registrado fue de 7,64 y un máximo de 8,46; la dureza total muestra valores de 165,7 mg/L CaCO_3 a 628,33 mg/L CaCO_3 en las zonas P1 y P4 respectivamente. Los cloruros tienen valores entre 7,79 mg Cl/L a 10.25 mg Cl/L . Los valores reportados hacen ver que los arroyos muestreados, son diferentes, pese a que se hallan relativamente cercanos, características que influyen en la comunidad de macroinvertebrados presentes. Es llamativo que la conductividad eléctrica, sulfatos y dureza total, presentan valores relativamente elevados, especialmente en P1 y P2, determinado por la presencia de manantiales afluentes. Las aguas de los manantiales por lo general, presentan valores elevados en sus propiedades fisicoquímicas que valoran la concentración de iones disueltos como consecuencia de estar en contacto íntimo con la corteza terrestre (Encalada et al., 2019). Carrasco et al. (2020), reporta valores de conductividad eléctrica desde 168.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 1117 $\mu\text{S}/\text{cm}$,

mencionado que probablemente sea al efecto de los manantiales que emergen en áreas aledañas a los ríos muestreados, sin embargo, los valores de pH que reporta es ácida, lo que difiere a lo hallado en este trabajo de investigación. También Villamarín (2012) reporta valores de conductividad eléctrica que llegan hasta 1864 uS/cm en ríos altoandinos, por lo que es probable que aparte de la influencia de los manantiales, también es importante las características del suelo por donde circula los sistemas lóticos. Vásquez (2022) al hacer estudios en una microcuenca en Ecuador, registró valores promedios de 24 mg/L para sólidos disueltos totales y de 0,049 uS/cm para conductividad, los que son muy bajos en comparación con lo hallado en esta investigación. Al realizar la prueba de Kruskal Wallis (anexo 2) para comparar las zonas de muestreo según las características fisicoquímicas, se halló diferencia estadística ($p < 0.05$) en la mayoría de los casos, con excepción de turbidez, sulfatos y fosfatos.

La figura 2 muestra el análisis de componentes principales para las familias y/o géneros de los macroinvertebrados y las características fisicoquímicas del agua según las zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. De acuerdo a la orientación de los vectores se observa la formación de tres agrupaciones en las que los géneros se hallan relacionadas con las variables del agua. En una primera agrupación se observa a la conductividad eléctrica, sulfatos, cloruros, temperatura, dureza total y dureza cálcica próximo a los géneros *Claudiperla*, *Staphylinidae*, *Tubificiade*, *Andesiops*, *Hemerodronia*, *Cailloma* y *Chelifera*, asociados a las zonas P1 y P2, debido a que las mayores densidades de los géneros ocurren con mayores valores de las características fisicoquímicas en dichas zonas. En un segundo grupo, caracterizado por mayores concentraciones de nitratos está relacionado con las mayores densidades de *Nectopsyche*, *Macrelmis*, *Cloeodes*, *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Meridialaris*, en las zonas P4 y P6. Por último, el tercer grupo, la turbidez se relaciona con *Dicrotendipes*, *Podonomus*, *Podonomopsis* y *Pedrowygomyia*, debido a que presentan los mayores valores en las zonas P8 y P9 (zonas ubicadas en el arroyo resultado de la unión de otros) ver (tabla 4 y anexo 8). Las zonas de muestreo, presentan particularidades en cuanto a las variables ambientales del agua que es determinante sobre las características de los macroinvertebrados, determinando la presencia de algunos y la ausencia de otros, además de las variaciones de sus abundancias. López et al. (2023), afirma que existen factores ambientales como la velocidad de la corriente, profundidad,

concentración de oxígenos disuelto, cobertura vegetal, el tipo de mesohábitats (rápido, rizo y poza), además de otros que son determinantes para el establecimiento y asociación de la comunidad de macroinvertebrados, determinando su composición y abundancia.

La figura 3 muestra el análisis de componentes principales para las familias de los macroinvertebrados y las características fisicoquímicas del agua según las zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. Se puede observar la formación de tres agrupaciones que evidencia la existencia de asociación o relación de los macroinvertebrados con las variables ambientales del agua. La primera, donde los valores altos de cloruros, dureza cálcica, dureza total y temperatura están relacionados con las mayores densidades de las familias Curculionidae, Tubificidae, Grypopterigidae, Hydrobiosidae, Empididae y Staphylinidae, lo que ocurre en las zonas P1y P2. Por otro lado, la otra agrupación muestra los mayores valores de nitratos relacionado con las mayores densidades de las familias Hyalellidae, Corixidae, Leptophlebiidae, Elmidae, Tabanidae Tipulidae y Leptoceridae en las zonas P4 y P6. Mientras que una tercera agrupación muestra la relación que se establece entre la turbidez con las familias Chironomidae y Simuliidae, en la zona P9, ya que muestran mayores valores. Por otro lado, existen familias que aparentemente no se relacionan a ninguna zona, es el caso de Dytiscidae, Planaridae, Muscidae, Elmidae y Baetidae, posiblemente porque estuvieron presentes en todas las zonas con abundancias que no varían demasiado a diferencia de las demás familias. Es importante mencionar que, las familias Hyalellidae y Corixidae son organismos principalmente de sistemas lénticos, por ello que fueron hallados en cantidades mínimas en este estudio y solo en P4 y P6. Gómez (2016), reporta que Corixidae está presente en sistemas “lénticos” con un porcentaje de 25,7%, mientras en cuerpos de agua “lóticos” solo 7,5%. Estas asociaciones están determinadas principalmente por factores ambientales y características fisicoquímicas del agua que hacen que estos organismos estén asociados a zonas determinadas.

La tabla 5 muestra el coeficiente de correlación de Rho de Sperman de las características fisicoquímicas del agua con la riqueza a nivel de familias y/o géneros y de familias de macroinvertebrados. Se aprecia que existe relación significativa negativa ($p < 0,05$), entre la alcalinidad total, dureza total y cloruros con el número de familias y/o géneros y el número de familias. Lo que se interpreta como que, a mayores valores de las características mencionadas, disminuye el

número de familias y/o géneros y familias. De manera general se podría afirmar, que los factores ambientales condicionan la presencia y abundancia de los organismos, por ello, en ambientes en la que existe una gradiente, es frecuente y común hallar coeficientes de correlación elevados, próximos a la unidad. Vásquez (2022), menciona que la gradiente altitudinal, es un condicionante para la variación de las características fisicoquímicas, por lo que influye en la riqueza, abundancia y diversidad de los organismos vivos, dentro del cual se considera los macroinvertebrados acuáticos. La cantidad de iones disueltos en el agua que conduce los ríos, por lo general se incrementa a medida que va circulando (Elosegui, 2009); sin embargo, cuerpos lóticos en sus nacientes presentan valores elevados debido a que circulan por sustratos con abundante sales y minerales y/o reciben contribución de aguas subterráneas (Roldán & Ramírez, 2022), lo que parece ser el caso de esta investigación. Por otro lado, el nitrato se relaciona positivamente con el número de familias y/o géneros, dando a entender que una mayor concentración del nutriente, se espera un mayor número de familias y/o géneros. Sierra (2011), menciona que el nitrato es un nutriente esencial para algunos organismos autótrofos y fotosintéticos; sin embargo, su presencia en grandes cantidades puede causar el crecimiento descontrolado de los productores primarios que pueden llegar a cubrir la superficie del agua, evitando que haya una correcta oxigenación lo que conlleva a la eutrofización en ríos y lagos.

La tabla 6 muestra el coeficiente de correlación de Rho de Spearman de las características fisicoquímicas del agua con la abundancia de las familias y/o géneros de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras. Se aprecia en forma general la presencia de correlaciones significativas ($p < 0,05$), esto indica que existen variables ambientales del agua que influyen sobre los macroinvertebrados. Cabe señalar que los coeficientes de correlación negativos indican que la abundancia de un taxón disminuye a medida que los valores de las características fisicoquímicas se incrementan; mientras que las positivas, señalan que la abundancia de un taxón se incrementa a medida que los valores de las características fisicoquímicas, también se incrementan. De acuerdo a los resultados mostrados, la dureza total presenta un mayor número de correlaciones significativas con las familias y/o géneros, 21 de los 43 reportados, seguidas de conductividad eléctrica y alcalinidad total, en ambos casos, con 18 de 43 familias y/o géneros. La mayoría de dichas correlaciones son negativas, es decir, a mayores valores de dichas características

fisicoquímicas, menores serán las abundancias de las familias y/o géneros. Como ya se mencionó anteriormente, las condiciones ambientales son determinantes para la presencia y abundancia de los organismos, ya que estas presentan rangos de tolerancia que difieren según las especies, en condiciones óptimas, existirá mayor abundancia, en caso contrario, disminuirá, incluso desaparecerán (Smith & Smith, 2007). Las tres características fisicoquímicas, señaladas aparentemente ejercen mayor influencia en los macroinvertebrados, en sistemas fluviales altoandinos. Por otro lado, también se identifican en la tabla referida, los taxones que tienen un mayor número de correlaciones significativas, siendo estas *Paraheptagyia* y *Podonomopsis*, con 7 de las 10 características fisicoquímicas determinadas, seguido de *Antarctoecia*, *Parochlus*, *Hemerodromia* y *Hexatoma* con 6. Los géneros mencionados, podrían ser catalogados como los más sensibles a los cambios ambientales (características fisicoquímicas); a diferencia del género *Alotanypus*, que no correlaciona significativamente con ninguna de las características fisicoquímicas, pudiendo ser considerado como euritípico, por ello es que se ha sido registrado en todas las zonas de muestreo. Adicionalmente, *Macrelmis*, *Planariidae*, *Hyaella* y *Meridialaris*, presentan una relación negativa con 2 de 10 características fisicoquímicas. Lo mencionado coincide con lo reportado por Rivera et al. (2013), que menciona que con el incremento de la concentración de sólidos suspendidos y conductividad, disminuyó la riqueza; por ello, estas características fisicoquímicas de agua y las variables ambientales son fundamentales para definir la estructura de la comunidad de los macroinvertebrados debido a que existe una estrecha relación entre ellos.

En la tabla 7 se muestra el Coeficiente de correlación de Rho de Spearman para las características fisicoquímicas del agua con familias de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras. De igual manera como lo mencionado en la tabla 6 existen factores que influyen y condicionan en menor medida y mayor medida en la riqueza de las familias de macroinvertebrados en este caso principalmente por características fisicoquímicas del agua; tal como se puede ver el número de correlación significativa. En el caso de conductividad eléctrica y dureza total ejercen mayor influencia sobre un mayor número en riqueza de macroinvertebrados, porque afecta a 14 de 26 familias, seguido de alcalinidad total afectando a 13 de 26 familias; la mayoría tiene una relación negativa siendo así una relación inversa, a mayor conductividad eléctrica menor riqueza de familias de macroinvertebrados.

Al igual para dureza total y alcalinidad, estas son las tres características fisicoquímicas principales que ejercen mayor influencia en la abundancia y riqueza de los macroinvertebrados. Bajo condiciones naturales (Car & Roldán, 2012) menciona que en ecosistemas acuáticos de alta montaña, los valores altos en conductividad hace que disminuya la diversidad de especies. Por otro lado, también se identifican las familias que están siendo afectados por un mayor número de características fisicoquímicas, en su mayoría es una relación negativa, tal es el caso de Baetidae que está siendo afectada por 7 de 10 características fisicoquímicas, seguido de Limnephilidae y Tipulidae afectados por 6 de 10 características fisicoquímicas, las familias mencionados son más sensibles a mayor número de ciertas características fisicoquímicas; a diferencia de la familia Polcentropodidae y Lumbriculidae tienen relación positiva con 1 de 10 características fisicoquímicas.

En la figura 4 se observa la abundancia relativa promedio y la desviación típica de 24 familias y/o géneros de macroinvertebrados (más dominantes) hallados en 9 zonas de arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio distrito de Paras. En forma general se observa, cierta heterogeneidad, siendo *Dicrotendipes* dominante en cuatro de las nueve zonas muestreadas (P3, P5, P8 y P9). En P1 y P7 son dominantes *Claudiperla* y *Macrelmis*, en P2 el género *Andesiops* seguido de *Dicrotendipes* y *Macrelmis*; en P4 y P6, es dominante *Macrelmis* seguido de *Cloeodes* y *Cylloepus*. Se puede apreciar que en la zona de muestreo está presente y en mayor abundancia *Dicrotendipes* con una abundancia promedio de 19,14%, seguido de *Macrelmis* con 15,3%, *Cylloepus* con 10,34%, *Andesiops* con 10,32%, *Cailloma* con 4,91% y *Cloeodes* con 4,23%. Los menos abundantes *Curculionidae 2*, *Nanomis*, *Polipedium*, *Dysticidae*, *Curculionidae 1* y *Rhaphium* con tan solo 0,01% para mayor detalle ver el (Anexo 3). Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las abundancias de las familias y/o géneros en las 9 zonas de muestreo (Anexo 5), se halló significancia estadística ($p < 0,05$) en mayoría de los taxones, lo que quiere decir que muchos de ellos muestran abundancias diferentes según las zonas. Casos extremos son *Ephidra* y *Rhaphium*, registrados en solo una zona de muestreo, estas variaciones de abundancias reflejan que los riachuelos estudiados son heterogéneos pese a la cercanía que observan unos de otros. Las diferencias halladas en cuanto a las abundancias, está determinado por factores ambientales y principalmente por las características fisicoquímicas del agua tal como lo señalan Domínguez &

Fernández (2009) y Roldán & Ramírez (2008). Uno de los factores ambientales del agua, que ejerce mayor influencia sobre los macroinvertebrados, posiblemente sea la conductividad eléctrica, con valores máximos siendo mucho mayor en las zonas P1, P2 y P3, ejerciendo influencia a nivel de la osmorregulación en la mayoría de los organismos acuáticos, de modo que el alto contenido de sales es limitante para muchos géneros. Por lo tanto, estos factores condicionan la distribución geográfica de los organismos (Roldán & Ramírez, 2008); también se afirma que factores como la profundidad, alcalinidad, dureza, iones de calcio, son determinantes en la abundancia relativa de las poblaciones y características de las comunidades (Soler, 1993). En cuanto al pH, valores elevados, pueden ser causa de la desnaturalización de proteínas con la consecuente alteración a la flora y fauna de ecosistemas acuáticos, se menciona que el rango favorable es de 6.0 a 7.2 (UPCT, 2017). Otro factor de suma importancia viene a ser la estacionalidad de las descargas hídricas que afecta la composición y estructura de la fauna de macroinvertebrados, los organismos bajo tales condiciones responden para sobrevivir a una serie de disturbios que son ocasionados por las sequías y las inundaciones (Wantzen et al., 2008). En cuanto a la presencia de organismos que pertenecen a la Clase Insecta. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares con lo reportados por Carrasco et al. (2020), que afirma que los insectos fueron el grupo más abundante y diversa, representado el 80,7 % de organismos colectados. Palacios (2021), también menciona que el 92,25% de los organismos colectados dentro de los macroinvertebrados, pertenecieron a la clase Insecta.

En la figura 5 se observa la abundancia relativa promedio y la desviación típica de 19 familias de macroinvertebrados más dominantes hallados en 9 zonas de arroyos de un bofedal del Centro poblado Santa Cruz de Hospicio distrito de Paras. Se puede observar la abundancia de las familias son heterogéneas dentro de cada zona de muestreo y principalmente al comparar las zonas de muestreo. Chironomidae (Diptera) fue la más abundante en P3, P5, P8 y P9, como consecuencia de que el género *Dicortendipes* en forma general fue el más abundante en la zona de estudio. En P1, Elmidae seguido de Gripopterygidae y Baetidae fueron los dominantes; en P2, P4 y P6, también Elmidae seguido de Baetidae y Chironomidae fueron los más abundantes. Chironomidae, Elmidae, Baetidae y Simuliidae fueron los dominantes en P3, P5, P8 y P9 (anexo5). De acuerdo al promedio general de abundancia relativa, las familias con mayores

valores fueron Chironomidae (Diptera) con 28,73%, seguido de Elmidae (Coleoptera) con 25,64%, Baetidae (Ephemeroptera) con 14,55%, Hydrobioididae (Tricoptera) con 4,91% y Gripopterygidae (Plecoptera) con 3,39%. Mientras que las familias menos abundantes fueron Ephrydidae, Dytiscidae, Tubificidae, Dolichopodidae y Curculionidae con menos de 0.03%. La prueba de Kruskal-Wallis (anexo 7), halló significancia estadística ($p < 0,05$) en un buen número de familias al comparar las zonas de muestreo, por lo que estas son más abundantes o menos abundantes en determinadas zonas. Estas variaciones en cuanto a la abundancia de las familias, obviamente son condicionadas por factores ambientales, incluso a nivel familiar. Los índices para determinar la calidad biológica de los ríos se basan en la abundancia, incluso en la presencia y ausencia de familias (Roldán, 2020), por lo que justifican los hallazgos descritos. La presencia, así mismo la ausencia de precipitación pluvial en determinados periodos del año, es causa de cambios en el caudal de los arroyos, por lo que es un factor importante que influye en las características de los macroinvertebrados. En un extremo, el incremento del caudal, modifica radicalmente las características de los hábitats presente en los ríos (Domínguez & Fernández, 2009). Frente a ello, los componentes de los macroinvertebrados han desarrollado adaptaciones morfológicas como ganchos, cuerpos aplanados y ventosas, que les sirve como medios para adherirse a los sustratos y no ser arrastrados por la corriente (Roldán & Ramírez, 2008). Dentro de los índices de calidad ecológica de los ríos adaptados para América del Sur, destaca la familia Gripopterygidae como uno de los más exigentes en cuanto a calidad de las aguas donde se halla, el que se halló en mayor abundancia en P1, probablemente debido a sus características de circulación (turbulencia) determinó una mayor concentración de oxígeno. Las ninfas de Plecoptera suelen estar asociadas a zonas de alta corriente bien oxigenadas (aguas con mucha turbulencia), tal como lo menciona Silva (2018). A parte de ello, los arroyos tropicales altoandinos que se encuentran a más de 3000 m.s.n.m. parecen solo albergar al género *Claudioperla*, como lo reportado en estudios realizados en Bolivia y Ecuador por Ríos et al. (2011). La familia Chironomidae ha sido más abundante durante todo el periodo de muestreo, esto organismos acuáticos son muy diversos en sistemas fluviales, además de oportunistas, colonizadoras, adaptándose a vivir en diferentes tipos de hábitats. Por ello, son considerados como indicadores en el monitoreo de ecosistemas acuáticos con perturbaciones, pero la información escasa sobre su autoecología

en los andes, limita su potencial indicador, tal como menciona Prat et al. (2018) y Acosta (2009). En las partes altas la comunidad macroinvertebrada está compuesta principalmente representantes de los órdenes Plecoptera, Tricoptera, Ephemeroptera y Diptera, los que disminuyen su diversidad a medida que se descende (Roldán & Ramírez, 2008); sin embargo, ese descenso de la biodiversidad no es lineal, se reporta que ha altitudes intermedias, la diversidad es máxima (Arana et al., 2021). Los hallazgos de este trabajo de investigación es similar a lo reportado por Carrasco et al. (2020), quien menciona que las familias con mayor abundancia fueron Elmidae (Coleoptera), Chironomidae (Diptera), Gripopterygidae (Plecoptera), Baetidae (Ephemeroptera), representando en conjunto, más del 78 % de la abundancia de los macroinvertebrados. Por último, Villamarín (2012), en trabajos realizados en zonas altas de Ecuador, reporta que la familia Chironomidae (Diptera) presenta una abundancia relativa de 42% y Baetidae (Ephemeroptera) de 17.11%.

La tabla 8 muestra la abundancia de los componentes de macroinvertebrados en tres estadíos del año, de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. Se observa que el estadio seco/frío (mayo, junio, julio y agosto) presenta mayor número con 39 de 43 familias y/o géneros, seguido del estadio intermedio (abril, setiembre, octubre y noviembre) con 38 de 43 familias y/o géneros y por último el estadio lluvioso (diciembre, enero febrero y marzo) presenta menor número con 31 de 43 familias y/o géneros. Por otro lado, también se identifica que la mayoría de las familias y/o géneros están presentes en las tres estadíos del año, otros solo en dos y algunos en un solo estadio tal es el caso de los géneros: *Nanomis*, *Polipedium*, *Rhaphium*, *Ephidra*, *Curculionidae 1* y *Curculionidae 2*, *Lancetes* y *Dytiscidae G1* esto se debe a que en su mayoría solo estuvo presente una vez en todo el año de muestreo ver (anexo 9). La presencia y ausencia de las precipitaciones en determinados periodos del año, hace que haya cambios en el caudal y temperatura del agua de los arroyos, por ende, es un factor importante que influye en la riqueza y abundancia de los macroinvertebrados. (Domínguez & Fernández, 2009). Por otro lado López et al. (2023), afirma que existen factores ambientales como la velocidad de la corriente, profundidad, cobertura vegetal y el tipo de mesohábitats (rápido, rizo y poza) son determinantes para el establecimiento y asociación de la comunidad de macroinvertebrados, determinando su composición y abundancia. Por otra parte, la mayor composición y la abundancia de macroinvertebrados se

presenta en los tramos bajos en donde las velocidades de flujo son menores tal como menciona Díaz et al. (2020), por lo que justifica los resultados descritos en el presente trabajo. El presente trabajo es similar con lo reportado por Molina et al. (2008) en un río altoandino de la cuenca amazónica boliviana, donde menciona que la mayor densidad y riqueza de macroinvertebrados se observó en la temporada seca (Julio) con 35 géneros, temporada de transición (setiembre) con 34 géneros y menores en la temporada húmeda (febrero) con 29 géneros.

VI. CONCLUSIONES

1. Existe relación entre las características fisicoquímicas del agua con la composición a nivel de género y familia de los macroinvertebrados, con evidente presencia de dichos organismos en aguas con determinadas características. Caso de *Claudiperla*, Tubificidae, *Andesiops* y otros, presentes en aguas con mayores concentraciones de sulfatos, cloruros, conductividad eléctrica.
2. Se estableció que, a una mayor concentración de dureza total, alcalinidad, y cloruros existe una disminución de la riqueza de familias y/o géneros, ya que está relacionadas negativamente. Mientras que la relación es positiva con los nitratos.
3. La dureza total, conductividad eléctrica y alcalinidad del agua son los factores de mayor influencia sobre la abundancia de los géneros y familias de los macroinvertebrados, con correlación significativa ($p < 0,05$) con 21 de 43 familias y/o géneros y en 14 de 26 familias. La mayoría tiene una relación negativa, por lo que su incremento determina la disminución de las abundancias.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar el estudio en lo posible de manera anual, ya que la temporalidad y las condiciones climáticas establecen cambios en la estructura de los macroinvertebrados y parámetros fisicoquímicos del agua y ello permita realizar comparaciones en diferentes periodos.
2. Realizar más estudios en macroinvertebrados asociados a arroyos altoandinos por su escasa información y donde las condiciones ambientales se hacen muy rigurosas.
3. Profundizar en la caracterización de los macroinvertebrados, hasta la categoría taxonómica de (especie), para obtener una base de datos, que puedan ser utilizados en trabajos futuros.
4. Realizar estudios posteriores en esta zona, tomando en cuenta otros parámetros como la velocidad de agua, profundidad del lecho y tipo de hábitats en los arroyos, debido a son importantes en el establecimiento de los macroinvertebrados.
5. Utilizar métodos moleculares (ADN) para la identificación de macroinvertebrados.
6. Realizar puntuales estudios sobre los ordenes: Hirudinida y Lumbriculida.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. R. (2009). Estudio de la cuenca altoandina del río cañete (perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universitat de Barcelona]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=254655>
- Ahumada, M., Aguirre, F., Contreras, M., & Figueroa, A. (2011). Guía para la conservación y seguimiento ambiental de humedales andinos. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/26045>
- Alianza Aguas Amazónicas. (2023). Ríos y Arroyos |. <https://aguasamazonicas.org/humedales/tipos-de-humedales/rios-y-arroyos>
- 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), Article 177. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1436>
- Balian, E. V., Segers, H., Martens, K., & Lévêque, C. (2007). The Freshwater Animal Diversity Assessment: An overview of the results. *Freshwater Animal Diversity Assessment*, 627-637. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8259-7_61
- CAR., & Roldán, G. (2012). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. <https://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/37633>
- 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>
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/144719-opac>
- Díaz, C.-A., Motta, Á.-J., & Aranguren, N. (2020). Study of the taxonomic and functional diversity of the macroinvertebrate assemblages in an Andean mountain river. *Revista de Biología Tropical*, 68, 132-149. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44345>
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo. <https://www.lillo.org.ar/editorial/index.php/publicaciones/catalog/book/125>
- 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.
- Espinosa, C. I. (2022). Similitud de Comunidades biológicas. <https://ciespinosa.github.io/Similitud/similitud-disimilitud-y-distancia.html>
- Esteves, F. de A. (2011). Fundamentos De Limnología.
- Farías, G. (2013). Ecología. <https://issuu.com/prepa3.biblioteca/docs/ecologia>
- Gómez, N. Y. (2016). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica del agua en un bofedal, distrito de Quinua. Ayacucho 2015. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1761>
- Gonzáles, H., Crespo, E., Acosta, R., & Hampel, H. (2019). Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca. https://biblioteca.cuenca.gob.ec/opac_css/index.php?lvl=more_results&mode=keyword&user_query=MACROINVERTEBRADOS%2C&tags=ok
- Grey, C. (2020). Bofedales: Ecosistema altoandino en peligro. UPY. <https://www.unitedperuvianyouth.com/post/bofedales-ecosistema-altoandino-en-peligro>
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical, 58, 3-37. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-77442010000800001&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Hawkes, H. (1979). Invertebrates as indicators of river water quality. Biological indicators of water quality. https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Invertebrates+as+indicators+of+river+water+quality.+Biological+indicators+of+water+quality.&btnG=
- INAIGEM. (2023). Inventario Nacional de Bofedales del Perú 2023. <https://repositorio.inaigem.gob.pe/items/61d605a3-5bba-4357-a1fc-a716d595af8a>
- López, A.-T., Ríos, M.-I., & Gil, I.-C. (2023). Características del hábitat que regulan la estructura de las comunidades de macroinvertebrados en ríos tropicales de montaña (Antioquía, Colombia). Revista de Biología Tropical, 71(1). <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.52093>
- MINAM. (2016). Glosario de términos-Sitios Contaminadas. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>
- MINAM. (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- MINAM. (2018). Mapa del Patrimonio Nacional Forestal. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/566.pdf>

- MINAM. (2019). Guía de evaluación del estado del ecosistema de bofedal. <https://www.inaigem.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/GUIA-DE-EVALUACION-ESTADO-DE-ECOSISTEMA-BOFEDA.pdf>
- Molina, C. I., Gibon, F.-M., Pinto, J., & Rosales, C. (2008). Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la Cordillera Real, Bolivia: Variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 105-116. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-22162008000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Moncada, W., Pereda, A., & Masías, M. (2023). MICROCUENCA APACHETA: Tendencia Hídrica y Climática. <http://isbn.bnp.gob.pe/>
- Nieto, C., Malizia, A., Carilla, J., Izquierdo, A., Rodríguez, J., Cuello, S., Zannier, M., & Grau, H. R. (2016). Patrones espaciales en comunidades de macroinvertebrados acuáticos de la Puna Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 64(2), 747-762. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i2.18801>
- Palacios, E. D. (2021). Influencia del gradiente de cobertura glaciar de la cordillera blanca en la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos, 2019-2020 [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4881>
- Prat, N., Acosta, R., Rieradevall, M., & Villamarín, C. (2018). Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú.
- Prat, N., Rieradevall, M., Acosta, R., & Villamarín, C. (2011). Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú.
- RAE. (2023). Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/taxón>
- RAMSAR. (1971). ¿Que son los humedales? <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/info2007sp-01.pdf>
- Ríos, B., Encalada, A. C., & Prat Fornells, N. (2011). Macroinvertebrate Assemblages of an Andean High-Altitude Tropical Stream: The Importance of Season and Flow. *International Review of Hydrobiology*, 96(6), 667-685. <https://doi.org/10.1002/iroh.201111342>
- Rivera-Usme, J. J., Pinilla-Agudelo, G. A., & Rangel-Churio, J. O. (2013). Ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables físicas y químicas en el humedal de jaboque-colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/73935>
- Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. 226. <https://ianas.org/wp-content/uploads/2020/07/wbp13.pdf>
- Roldán, G. (2020). Revisión histórica de la limnología en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), Article 171. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1056>
- Roldán, G., & Ramírez, J. J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. <https://repositorio.accefyn.org.co/handle/001/71>

- Roldán, G., & Ramírez, J. J. (2022). Fundamentos de limnología neotropical (3ra ed.). Gente Nueva.
- Romero, J. (2005). Calidad del Agua. 50. https://www.academia.edu/38972813/Calidad_del_Agua_ROMERO_ROJAS
- Sánchez, J. (2021). Ríos y Lagos. [ecologiaverde.com. https://www.ecologiaverde.com/por-que-son-importantes-los-rios-y-lagos-1329.html](https://www.ecologiaverde.com/por-que-son-importantes-los-rios-y-lagos-1329.html)
- Sierra, C. A. (2011). Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Sello Editorial de la Universidad de Medellín. <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/2568>
- Silva, M. A. (2018). Caracterización ecológica de la fauna de macroinvertebrados acuáticos en dos quebradas altoandinas, Ayacucho, Perú [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8806>
- Smith, T., & Smith, R. (2007). Ecología. Pearson Educación.
- Soler, M. (1993). Estudio limnológico con énfasis en los macroinvertebrados bentónicos de la parte alta del río Bogotá (Quebrada del valle, planta de tratamiento de Tibito). <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0366-5232200600010000500020&lng=en&pid=S0366-52322006000100005>
- SUNASS. (1997). Manual de procedimientos de análisis de agua: Análisis bacteriológico, físicos y químicos. http://mail.sunass.gob.pe/doc/cendoc/pmb/opac_css/index.php?lvl=indexint_see&id=1551&main=
- UPCT. (2017). Análisis de aguas. https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf
- Valdivielso, A. (2020, octubre 14). ¿Qué es un arroyo? [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-arroyo-significado-y-concepto>
- Vásquez, H. Y. (2022). Patrones de distribución espacial en el ensamble de macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca del río Alambi. Nanegalito, DMQ-Ecuador 2020. [bachelorThesis, Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27870>
- Villamarín, 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. TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). <https://www.tdx.cat/handle/10803/83923>
- Wantzen, K. M., Rothhaupt, K.-O., Mörtl, M., Cantonati, M., G.-Tóth, L., & Fischer, P. (Eds.). (2008). Efectos ecológicos de las fluctuaciones del nivel del agua en los lagos, Texto original. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9192-6>

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de la prueba de kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks para determinar la normalidad para las características fisicoquímicas del agua de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Pruebas de normalidad

Características fisicoquímicas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura (°C)	0,079	54	0,200*	0,963	54	0,093
Conductividad eléctrica (uS/cm)	0,172	54	0,000	0,884	54	0,000
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	0,181	54	0,000	0,884	54	0,000
pH	0,122	54	0,045	0,938	54	0,008
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	0,109	54	0,163	0,982	54	0,584
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	0,141	54	0,009	0,904	54	0,000
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	0,142	54	0,008	0,907	54	0,000
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	0,088	54	0,200*	0,986	54	0,787
Cloruros (mg Cl/L)	0,146	54	0,006	0,951	54	0,029
Turbidez (NTU)	0,225	54	0,000	0,764	54	0,000
Sulfatos (mg/L)	0,253	54	0,000	0,863	54	0,000
Fosfatos (mg/L PO ₃)	0,111	54	0,094	0,937	54	0,007
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,091	54	0,200*	0,963	54	0,093

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 2. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para comparar nueve zonas de muestreo según las características fisicoquímicas en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

Características fisicoquímicas	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Temperatura (°C)	35,578	8	0,000
Conductividad eléctrica (uS/cm)	17,574	8	0,025
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	16,599	8	0,035
pH	30,921	8	0,000
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	15,547	8	0,049
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	69,464	8	0,000
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	52,785	8	0,000
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	69,598	8	0,000
Cloruros (mg Cl/L)	20,093	8	0,010
Turbidez (NTU)	0,551	8	1,000
Sulfatos (mg/L)	4,533	8	0,806
Fosfatos (mg/L PO ₃)	4,003	8	0,857
Nitratos (mg/L NO ₃)	18,975	8	0,015

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 3. Resultado de la prueba de kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks para determinar la normalidad para las familias y/o géneros de macroinvertebrados de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Pruebas de normalidad

Familias y/o géneros	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<i>Andesiops</i>	0,276	108	0,000	0,630	108	0,000
<i>Cloeodes</i>	0,409	108	0,000	0,348	108	0,000
<i>Nanomis</i>	0,539	108	0,000	0,153	108	0,000
<i>Meridialaris</i>	0,337	108	0,000	0,445	108	0,000
<i>Claudioperla</i>	0,366	108	0,000	0,454	108	0,000
<i>Ectemnostega</i>	0,468	108	0,000	0,139	108	0,000
<i>Cailloma</i>	0,237	108	0,000	0,729	108	0,000
<i>Atanatolica</i>	0,529	108	0,000	0,346	108	0,000
<i>Nectopsyche</i>	0,505	108	0,000	0,300	108	0,000
<i>Antarctoecia</i>	0,332	108	0,000	0,525	108	0,000
<i>Polycentropus</i>	0,497	108	0,000	0,337	108	0,000
<i>Alotanypus</i>	0,454	108	0,000	0,382	108	0,000
<i>Dicrotendipes</i>	0,234	108	0,000	0,722	108	0,000
<i>Paraheptagyia</i>	0,380	108	0,000	0,367	108	0,000
<i>Parochlus</i>	0,359	108	0,000	0,404	108	0,000
<i>Pentaneura</i>	0,391	108	0,000	0,296	108	0,000
<i>Podonomus</i>	0,425	108	0,000	0,167	108	0,000
<i>Podonomopsis</i>	0,368	108	0,000	0,354	108	0,000
<i>Polipedium</i>	0,529	108	0,000	0,071	108	0,000
<i>Rheotanytarsus</i>	0,517	108	0,000	0,246	108	0,000
<i>Aphrosylus</i>	0,539	108	0,000	0,265	108	0,000
<i>Rhaphium</i>	0,529	108	0,000	0,071	108	0,000
<i>Chelifera</i>	0,502	108	0,000	0,289	108	0,000
<i>Hemerodromia</i>	0,363	108	0,000	0,474	108	0,000
<i>Ephidra</i>	0,529	108	0,000	0,071	108	0,000
<i>Limnophora</i>	0,230	108	0,000	0,752	108	0,000
<i>Lispe</i>	0,466	108	0,000	0,447	108	0,000
<i>Pedrowygomyia</i>	0,356	108	0,000	0,477	108	0,000
<i>Tabanus</i>	0,262	108	0,000	0,741	108	0,000
<i>Hexatoma</i>	0,445	108	0,000	0,192	108	0,000
<i>Curculionidae1</i>	0,529	108	0,000	0,071	108	0,000
<i>Curculionidae2</i>	0,536	108	0,000	0,116	108	0,000
<i>Lancetes</i>	0,536	108	0,000	0,212	108	0,000
<i>Dytiscidae G1</i>	0,536	108	0,000	0,116	108	0,000
<i>Cylloepus</i>	0,253	108	0,000	0,676	108	0,000
<i>Macrelmis</i>	0,177	108	0,000	0,792	108	0,000
<i>Staphylinidae</i>	0,370	108	0,000	0,399	108	0,000
<i>Hyaella</i>	0,399	108	0,000	0,435	108	0,000
<i>Hydrachnidae</i>	0,410	108	0,000	0,233	108	0,000
<i>Glossiphoniidae</i>	0,464	108	0,000	0,418	108	0,000
<i>Lumbriculidae</i>	0,281	108	0,000	0,613	108	0,000
<i>Tubificidae</i>	0,524	108	0,000	0,083	108	0,000
<i>Planariidae</i>	0,374	108	0,000	0,588	108	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 4. Abundancia relativa promedio para familias y/o géneros de macroinvertebrados en nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacachu 2020.

Familias y/o géneros	Zonas de muestreo									Promedio	K-W (p)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
<i>Dicrotendipes</i>	10,92	16,61	24,90	7,69	24,07	1,26	12,35	32,07	42,35	19,14	0,000
<i>Macrelmis</i>	9,71	15,66	13,80	20,52	17,04	20,33	20,67	11,95	8,01	15,30	0,019
<i>Cylloepus</i>	11,88	14,05	9,33	12,35	13,09	13,72	13,30	3,44	1,91	10,34	0,000
<i>Andesiops</i>	17,05	20,05	11,41	1,91	8,90	5,93	14,47	7,89	5,25	10,32	0,011
<i>Cailloma</i>	5,91	9,90	8,91	1,69	6,69	1,09	6,18	3,01	0,80	4,91	0,001
<i>Cloeodes</i>	0,06	0,16	0,23	16,82	1,64	11,89	5,16	1,03	1,06	4,23	0,000
<i>Claudioperla</i>	19,81	5,07	2,92	0,55	1,07	0,10	0,38	0,60	0,04	3,39	0,000
<i>Pedrowygomysia</i>	0,41	1,88	3,74	0,34	5,67	0,43	2,56	7,62	6,38	3,23	0,086
<i>Meridialaris</i>	0,06	2,31	3,50	10,25	3,35	4,63	4,01	0,72	0,08	3,21	0,000
<i>Paraheptagyia</i>	4,42	0,72	2,59	0,96	3,63	0,00	4,74	8,33	2,59	3,11	0,109
Lumbriculidae	4,83	1,45	3,75	1,28	1,92	2,88	3,00	4,14	3,76	3,00	0,370
<i>Pentaneura</i>	0,19	0,16	1,83	2,48	0,29	7,92	0,92	2,55	7,23	2,62	0,002
<i>Limnophora</i>	1,89	3,00	2,80	0,22	3,59	0,18	1,49	3,85	2,81	2,20	0,006
<i>Podonomopsis</i>	0,39	0,37	1,23	0,19	1,25	1,03	2,92	5,12	4,48	1,89	0,002
<i>Antarctoecia</i>	0,56	1,16	1,57	2,78	1,15	0,85	2,28	0,93	4,69	1,77	0,541
Staphylinidae	6,61	0,98	1,19	0,35	2,10	0,11	1,67	0,03	0,03	1,45	0,102
<i>Hyaella</i>	0,00	0,53	0,00	1,06	0,00	10,96	0,46	0,02	0,03	1,45	0,000
<i>Tabanus</i>	1,11	1,78	1,90	1,26	1,22	2,26	0,67	1,31	1,22	1,41	0,154
<i>Hexatoma</i>	0,00	0,00	0,36	8,04	0,50	0,96	0,11	0,05	0,03	1,12	0,000
<i>Alotanypus</i>	0,00	0,26	0,21	1,34	0,26	3,67	0,00	1,28	1,29	0,92	0,013
<i>Hemerodromia</i>	1,69	1,34	1,93	0,34	0,55	0,13	0,75	0,59	0,42	0,86	0,890
<i>Ectemnostega</i>	0,00	0,00	0,04	1,12	0,00	5,50	0,00	0,00	0,00	0,74	0,000
<i>Planariidae</i>	0,40	0,51	0,05	1,47	0,18	1,15	0,08	1,62	0,77	0,69	0,012
<i>Parochlus</i>	0,65	0,70	0,71	0,20	0,51	0,10	0,38	0,61	1,25	0,57	0,917
<i>Hydrachnidae</i>	0,11	0,11	0,09	3,24	0,00	0,32	0,65	0,00	0,38	0,55	0,000
<i>Podonomus</i>	0,30	0,00	0,04	0,05	0,45	0,02	0,36	0,45	1,95	0,40	0,036
Glossiphoniidae	0,00	0,00	0,00	0,43	0,13	1,67	0,00	0,21	0,01	0,27	0,000
<i>Lispe</i>	0,09	0,57	0,46	0,00	0,38	0,00	0,14	0,09	0,54	0,25	0,063
<i>Nectopsyche</i>	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,81	0,00	0,27	0,00	0,14	0,000
<i>Chelifera</i>	0,80	0,00	0,17	0,01	0,00	0,05	0,00	0,13	0,01	0,13	0,063
<i>Polycentropus</i>	0,08	0,04	0,23	0,00	0,23	0,00	0,19	0,02	0,06	0,09	0,301
<i>Rheotanytarsus</i>	0,00	0,24	0,00	0,10	0,14	0,00	0,11	0,00	0,15	0,08	0,419
<i>Atanatolica</i>	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,000
<i>Ephidra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,03	0,433
Tubificidae	0,00	0,22	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,530
<i>Lancetes</i>	0,00	0,04	0,03	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,11	0,02	0,843
<i>Aphrosylus</i>	0,00	0,02	0,09	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,115
<i>Curculionidae 2</i>	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,530
<i>Nanomis</i>	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,634
<i>Polipedium</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,01	0,433
<i>Dytiscidae G1</i>	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,040
<i>Curculionidae 1</i>	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,433
<i>Rhaphium</i>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,433

Anexo 5. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para comparar nueve zonas de muestreo según familias y/o géneros de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

Familias y/o géneros	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
<i>Andesiops</i>	19,881	8	0,011
<i>Cloeodes</i>	42,205	8	0,000
<i>Nanomis</i>	6,115	8	0,634
<i>Meridialaris</i>	37,882	8	0,000
<i>Claudioperla</i>	60,037	8	0,000
<i>Ectemnostega</i>	30,683	8	0,000
<i>Cailloma</i>	25,098	8	0,001
<i>Atanatolica</i>	96,703	8	0,000
<i>Nectopsyche</i>	40,182	8	0,000
<i>Antarctoecia</i>	6,962	8	0,541
<i>Polycentropus</i>	9,513	8	0,301
<i>Alotanypus</i>	19,422	8	0,013
<i>Dicrotendipes</i>	46,698	8	0,000
<i>Paraheptagyia</i>	13,074	8	0,109
<i>Parochlus</i>	3,262	8	0,917
<i>Pentaneura</i>	24,195	8	0,002
<i>Podonomus</i>	16,478	8	0,036
<i>Podonomopsis</i>	24,405	8	0,002
<i>Polipedium</i>	8,000	8	0,433
<i>Rheotanytarsus</i>	8,154	8	0,419
<i>Aphrosylus</i>	12,908	8	0,115
<i>Rhaphium</i>	8,000	8	0,433
<i>Chelifera</i>	14,792	8	0,063
<i>Hemerodromia</i>	3,612	8	0,890
<i>Ephidra</i>	8,000	8	0,433
<i>Limnophora</i>	21,281	8	0,006
<i>Lispe</i>	14,828	8	0,063
<i>Pedrowygomyia</i>	13,828	8	0,086
<i>Tabanus</i>	11,947	8	0,154
<i>Hexatoma</i>	27,959	8	0,000
<i>Curculionidae 1</i>	8,000	8	0,433
<i>Curculionidae 2</i>	7,066	8	0,530
<i>Lancetes</i>	4,159	8	0,843
<i>Dytiscidae G1</i>	16,150	8	0,040
<i>Cylloepus</i>	29,839	8	0,000
<i>Macrelmis</i>	18,381	8	0,019
<i>Staphylinidae</i>	13,298	8	0,102
<i>Hyalella</i>	62,165	8	0,000
<i>Hydrachnidae</i>	31,030	8	0,000
<i>Glossiphoniidae</i>	53,905	8	0,000
<i>Lumbriculidae</i>	8,685	8	0,370
<i>Tubificidae</i>	7,066	8	0,530
<i>Planariidae</i>	19,480	8	0,012

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 6. Abundancia relativa promedio de familias de macroinvertebrados de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Familias	Zonas de muestreo									Promedio	K-W (p)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
Chironomidae	16,87	19,05	31,51	13,01	30,60	13,99	21,77	50,48	61,29	28,73	0,00
Elmidae	21,59	29,71	23,13	32,88	30,13	34,05	33,97	15,39	9,92	25,64	0,00
Baetidae	17,13	20,22	11,64	18,72	10,57	17,82	19,64	8,91	6,32	14,55	0,10
Hydrobiosidae	5,91	9,90	8,91	1,69	6,69	1,09	6,18	3,01	0,80	4,91	0,00
Gripopterygidae	19,81	5,07	2,92	0,55	1,07	0,10	0,38	0,60	0,04	3,39	0,00
Simuliidae	0,41	1,88	3,74	0,34	5,67	0,43	2,56	7,62	6,38	3,23	0,09
Leptophlebiidae	0,06	2,31	3,50	10,25	3,35	4,63	4,01	0,72	0,08	3,21	0,00
Lumbriculidae	4,83	1,45	3,75	1,28	1,92	2,88	3,00	4,14	3,76	3,00	0,37
Muscidae	1,98	3,56	3,26	0,22	3,97	0,18	1,63	3,94	3,35	2,46	0,00
Limnephilidae	0,56	1,16	1,57	2,78	1,15	0,85	2,28	0,93	4,69	1,77	0,54
Staphylinidae	6,61	0,98	1,19	0,35	2,10	0,11	1,67	0,03	0,03	1,45	0,10
Hyalellidae	0,00	0,53	0,00	1,06	0,00	10,96	0,46	0,02	0,03	1,45	0,00
Tabanidae	1,11	1,78	1,90	1,26	1,22	2,26	0,67	1,31	1,22	1,41	0,15
Tipulidae	0,00	0,00	0,36	8,04	0,50	0,96	0,11	0,05	0,03	1,12	0,00
Empididae	2,49	1,34	2,10	0,35	0,55	0,19	0,75	0,72	0,43	0,99	0,84
Corixidae	0,00	0,00	0,04	1,12	0,00	5,50	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00
Planariidae	0,40	0,51	0,05	1,47	0,18	1,15	0,08	1,62	0,77	0,69	0,01
Hydrachnidae	0,11	0,11	0,09	3,24	0,00	0,32	0,65	0,00	0,38	0,55	0,00
Glossiphoniidae	0,00	0,00	0,00	0,43	0,13	1,67	0,00	0,21	0,01	0,27	0,00
Leptoceridae	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,81	0,00	0,27	0,00	0,21	0,00
Policentropodidae	0,08	0,04	0,23	0,00	0,23	0,00	0,19	0,02	0,06	0,09	0,30
Ephydriidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,03	0,43
Dytiscidae	0,00	0,04	0,03	0,07	0,00	0,03	0,00	0,00	0,11	0,03	0,61
Tubificidae	0,00	0,22	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,53
Dolichopodidae	0,00	0,02	0,09	0,09	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11
Curculionidae	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,53

Anexo 7. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para comparar nueve zonas de muestreo según la abundancia relativa de familias de macroinvertebrados en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Baetidae	13,321	8	0,101
Leptophlebiidae	37,882	8	0,000
Gripopterygidae	60,037	8	0,000
Corixidae	30,683	8	0,000
Hydrobiosidae	25,098	8	0,001
Leptoceridae	68,127	8	0,000
Limnephilidae	6,962	8	0,541
Policentropodidae	9,513	8	0,301
Chironomidae	47,102	8	0,000
Dolichopodidae	13,108	8	0,108
Empididae	4,181	8	0,840
Ephydriidae	8,000	8	0,433
Muscidae	22,575	8	0,004
Simuliidae	13,828	8	0,086
Tabanidae	11,947	8	0,154
Tipulidae	27,959	8	0,000
Curculionidae	7,066	8	0,530
Dytiscidae	6,297	8	0,614
Elmidae	23,743	8	0,003
Staphylinidae	13,298	8	0,102
Hyalellidae	62,165	8	0,000
Hydrachnidae	31,030	8	0,000
Glossiphoniidae	53,905	8	0,000
Lumbriculidae	8,685	8	0,370
Tubificidae	7,066	8	0,530
Planariidae	19,480	8	0,012

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 8. Abundancia de familias y/o géneros de la comunidad de macroinvertebrados de nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Familias y/o géneros	Zonas de muestreo									N° total de organismos
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
<i>Andesiops</i>	374	407	232	55	196	136	377	137	128	2042
<i>Cloeodes</i>	1	2	8	571	37	517	81	6	18	1241
<i>Nanomis</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Meridialaris</i>	1	19	19	183	23	88	35	6	2	276
<i>Claudioperla</i>	383	85	52	13	22	3	12	2	3	575
<i>Ectemnostega</i>	0	0	1	37	0	399	0	0	0	437
<i>Cailloma</i>	87	137	92	31	96	21	127	19	26	636
<i>Atanatolica</i>	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11
<i>Nectopsyche</i>	0	0	0	4	0	21	0	3	0	28
<i>Antarctoecia</i>	11	25	35	108	24	21	46	13	45	318
<i>Polycentropus</i>	2	2	4	0	4	0	8	1	5	26
<i>Alotanypus</i>	0	5	1	47	5	91	0	6	17	172
<i>Dicrotendipes</i>	129	412	592	280	521	61	212	377	776	3360
<i>Paraheptagyia</i>	12	16	61	21	53	0	149	200	142	654
<i>Parochlus</i>	11	14	15	8	9	5	14	7	50	133
<i>Pentaneura</i>	4	3	37	107	6	466	28	24	189	864
<i>Podonomus</i>	5	0	2	1	6	1	9	3	47	74
<i>Podonomopsis</i>	15	6	42	4	36	52	98	111	135	499
<i>Polipedilum</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Rheotanytarsus</i>	0	6	0	2	2	0	1	0	1	12
<i>Aphrosylus</i>	0	1	2	3	0	1	0	0	0	7
<i>Rhaphium</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Chelifera</i>	10	0	4	1	0	1	0	1	1	18
<i>Hemerodromia</i>	20	19	37	8	9	4	17	4	6	124
<i>Ephidra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Limnophora</i>	27	44	53	5	54	6	22	27	28	266
<i>Lispe</i>	2	9	7	0	5	0	3	1	4	31
<i>Pedrowygomysia</i>	11	29	61	5	104	8	51	107	74	450
<i>Tabanus</i>	25	29	24	38	28	71	19	23	35	292
<i>Hexatoma</i>	0	0	8	431	16	32	4	3	2	496
<i>Curculionidae1</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Curculionidae2</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Lancetes</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	2	6
<i>DytiscidaeG1</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Cylloepus</i>	285	229	207	374	264	346	442	155	100	2402
<i>Macrelmis</i>	192	270	253	505	293	420	514	142	214	2803
<i>Staphylinidae</i>	121	22	11	11	17	2	43	2	2	231
<i>Hyaella</i>	0	9	0	20	0	207	9	1	2	248
<i>Hydrachnidae</i>	2	2	3	131	0	11	22	0	11	182
<i>Glossiphoniidae</i>	0	0	0	12	2	37	0	1	1	53
<i>Lumbriculidae</i>	83	21	50	21	5	36	48	30	24	318
<i>Tubificidae</i>	0	9	0	1	0	0	0	0	0	10
<i>Planariidae</i>	7	4	1	17	3	20	1	10	10	73
N° Total de Familias y/o géneros	27	32	30	36	28	30	27	30	32	18879

Anexo 9. Abundancia de los componentes de macroinvertebrados de los meses agrupados en tres estadios climáticos del año, en nueve zonas de muestreo en arroyos de un bofedal, del centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.

Familias y/o géneros	Meses de muestreo											
	Estadio seco/frío				Estadio intermedio				Estadio lluvioso			
	May 2021	Jun 2021	Jul 2021	Ago 2021	Set 2021	Oct 2021	Nov 2021	Abr 2021	Dic 2021	Ene 2022	Feb 2022	Mar 2022
<i>Andesiops</i>	329	48	81	32	9	64	39	822	64	31	205	318
<i>Cloeodes</i>	415	169	310	125	8	77	9	24	47	6	5	46
<i>Nanomis</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Meridialaris</i>	10	5	14	8	22	20	23	31	48	48	39	108
<i>Claudioperla</i>	151	68	59	29	28	22	44	73	58	9	28	6
<i>Ectemnostega</i>	242	168	10	4	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Cailloma</i>	46	22	55	87	62	114	103	13	74	2	20	38
<i>Atanatolica</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Nectopsyche</i>	6	5	0	0	0	2	2	7	2	1	0	3
<i>Antarctoecia</i>	56	9	6	3	3	2	4	91	6	4	24	120
<i>Polycentropus</i>	15	1	4	3	1	0	0	2	0	0	0	0
<i>Alotanypus</i>	19	55	28	34	0	22	14	0	0	0	0	0
<i>Dicrotendipes</i>	588	328	352	288	282	448	109	498	320	19	59	69
<i>Paraheptagyia</i>	154	2	1	0	0	0	0	311	0	7	26	153
<i>Parochlus</i>	43	14	41	9	22	4	0	0	0	0	0	0
<i>Pentaneura</i>	393	193	180	28	7	7	2	34	4	1	4	11
<i>Podonomus</i>	8	0	3	2	46	3	4	5	1	0	1	1
<i>Podonomopsis</i>	287	17	50	5	11	7	2	79	8	1	13	19
<i>Polipedium</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>Rheotanytarsus</i>	1	0	1	1	0	0	6	2	1	0	0	0
<i>Aphrosylus</i>	3	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0
<i>Rhaphium</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chelifera</i>	4	1	4	0	6	1	0	1	0	0	1	0
<i>Hemerodromia</i>	0	11	31	36	38	4	1	2	0	0	1	0
<i>Ephidra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Limnophora</i>	31	34	44	23	15	35	40	4	34	2	1	3
<i>Lispe</i>	2	3	2	6	2	0	11	0	2	0	0	3
<i>Pedrowyomyia</i>	49	8	4	1	2	7	3	157	9	6	89	115
<i>Tabanus</i>	89	51	17	8	11	21	22	42	15	2	3	11
<i>Hexatoma</i>	138	38	0	0	1	0	0	250	2	4	21	42
<i>Curculionidae1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Curculionidae2</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Lancetes</i>	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>DytiscidaeG1</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cylloepus</i>	791	175	235	208	149	65	81	510	40	23	45	80
<i>Macrelmis</i>	655	178	159	195	258	219	208	546	161	33	107	84
<i>Staphylinidae</i>	45	11	1	0	2	1	2	60	7	2	72	28
<i>Hyalella</i>	23	24	12	16	5	19	20	27	46	8	19	29
<i>Hydrachnidae</i>	92	14	7	8	5	5	11	33	2	1	4	0
<i>Glossiphoniidae</i>	10	10	3	0	2	2	4	3	8	0	8	3
<i>Lumbriculidae</i>	9	73	39	25	35	3	12	25	15	22	40	20
<i>Tubificidae</i>	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
<i>Planariidae</i>	4	5	4	3	3	5	8	3	12	11	5	10
Total familias y/o géneros (n°)	37	34	32	28	28	28	29	31	27	23	27	26

Anexo 10. Vista panorámica de la zona alta de arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Anexo 11. Vista panorámica de la zona media de arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Anexo 12. Muestreo de macroinvertebrados acuáticos en arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



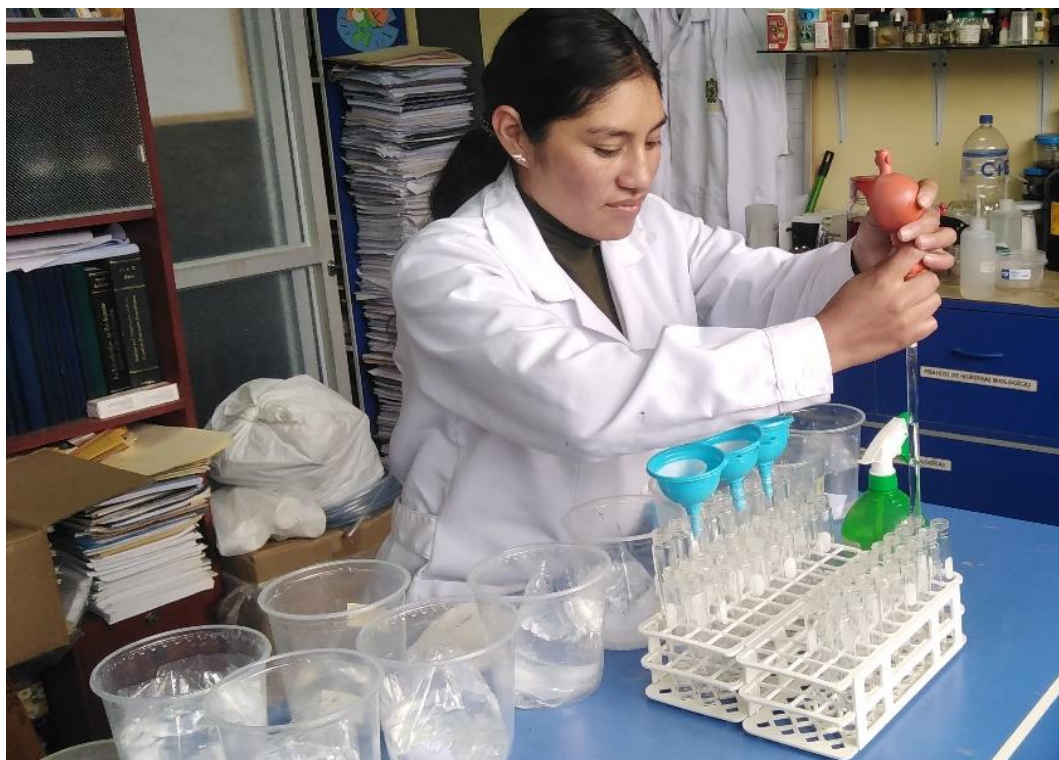
Anexo 13. Toma de muestra de agua en arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Anexo 14. Toma de datos de las características fisicoquímicas del agua *in situ* de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Anexo 15. Filtración de muestras de agua para la medición de nutrientes de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Anexo 16. Limpieza y separación por morfotipo de muestras de macroinvertebrados acuáticos de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Anexo 17. Identificación de muestras de macroinvertebrados acuáticos de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Anexo 18. Características taxonómicas del orden Ephemeroptera de la familia Baetidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Baetidae: Género Andesiops: A, Náyade vista lateral; B, Branquia; C, Uña. Género Cloeodes: D, Náyade dorsal; E, Branquia; F, Uña. Género Nanomis: G, Náyade vista dorsal; H, Branquia; I, Uña tarsal.

Anexo 19. Características taxonómicas del orden Ephemeroptera de la familia Leptophlebiidae, orden Plecoptera de la familia Gripopterygidae y Orden Hemiptera de la familia Corixidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Leptophlebiidae: Género Meridialaris: A, Náyade vista dorsal; B, Branquia. Familia Gripopterygidae: Género Claudiperla: C, Ninfa vista dorsal; D, Ninfa vista ventral; E, Uña tarsal; F, Branquias terminales. Familia Corixidae: Género Ectemnostega: G, Adulto vista dorsal; H, Adulto vista ventral; I, Tarso de la pata anterior; J, Pata anterior; K, Pata media; L, Pata posterior.

Anexo 20. Características taxonómicas del orden Tricoptera de la familia Hydrobiosidae y familia Polcentropodidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Hydrobiosidae: Género *Cailloma*: A, Larva vista dorsal; B, Larva vista ventral; C, Protórax, vista ventral. Familia Polcentropodidae: Género *Polycentropus*: D, Larva vista lateral; E, Larva vista dorsal; F, Patas anales, vista dorsal; G, Cabeza.

Anexo 21. Características taxonómicas del orden Tricoptera de la familia Leptoceridae y familia Limnephilidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Leptoceridae: Género *Atanotolica*: A, Larva vista lateral; B, casa. Género *Nectopsyche*: C, Larva vista lateral; D, casa; E, Esclerito lateral. Familia Limnephilidae: Género *Antarctoecia*: F, Larva vista lateral; G, Casa; H, Cuerno prosternal; I, pelos abdominales; J, Pseudopatas anales; K, Pata posterior.

Anexo 22. Características taxonómicas del orden Diptera de la familia Chironomidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Chironomidae: Género *Dicotendipes*: A, Larva vista lateral; B, Mentón. Género *Polipedium*: C; Larva vista lateral. Género *Paraheptagyia*: D, Larva vista lateral; E, Margen post-occipital; F, Mentón; G, Parápodos posteriores. Género *Podonomus*: H, Larva vista lateral; I, Parte terminal con los proceros hialinos; J, Mentón. Género *Podonomopsis*: K, Larva vista lateral; L, Parte terminal.

Anexo 23. Características taxonómicas del orden Diptera de la familia Chironomidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Chironomidae: Género *Parochlus*: A, Larva vista lateral; B, Parte terminal. Género *Pentaneura*: C; Larva vista lateral; D, Cabeza vista lateral; E, Mentón. Género *Rheotanytarsus*: F Larva vista lateral; G, Cabeza vista lateral; H, Mentón. Género *Alotanypus*: I, Larva vista lateral; J, Dientes dorsometales; K, Lígula.

Anexo 24. Características taxonómicas del orden Diptera de la familia Dolichopodidae, familia Empididae, y familia Ephydriidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Dolichopodidae: Género *Aphrosylus*: A, Larva vista lateral; B, Placa anal. Género *Raphium*: C, Larva vista lateral; D, Disco espiracular. Familia Empididae: Género *Chelifera*: E, Larva vista lateral; F, Segmento caudal ventral; G, Segmento abdominal ventral. Género *Hemerodromia*: H, Larva vista ventral; I, Segmento caudal ventral; J, Segmento caudal dorsal. Familia Ephydriidae: Género *Ephidra*: K, Larva vista dorsal; L, órganos respiratorios posteriores bifurcados; M, setas y falsas patas.

Anexo 25. Características taxonómicas del orden Diptera de la familia Muscidae, familia Simuliidae, familia Tabanidae y familia Tipulidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Muscidae: Género *Limnophora*: A, Larva vista lateral; B, Segmento caudal ventral; C, Segmento abdominal ventral; Género *Lispe*: D, Larva vista lateral; E, Segmento caudal lateral. Familia Simuliidae: Género *Pedrowyomyia*: F, Larva vista lateral; G, Exclerito anal; H, Abanico cefálico primario; I, Propata protorácica; J, Borde dentario de hipostomio. Familia Tabanidae: Género *Tabanus*: K, Larva vista lateral. Familia Tipulidae: Género *Hexatoma*: L, Larva vista lateral; M, Disco espiracular.

Anexo 26. Características taxonómicas del orden Coleoptera de la familia Elmidae, familia Staphylinidae y familia Dytiscidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Elmidae: Género: *Macrelmis*: A, Larva vista dorsal; B, Larva vista lateral; C, Tórax; D, Ápice del abdomen, vista ventral. Familia Staphylinidae: E, Adulto vista dorsal; F, Adulto vista ventral. Familia Dytiscidae: Género *Dytiscidae* G1: G, Adulto vista dorsal; H, Adulto vista ventral. Género *Lancetes*: I, Larva vista ventral; J, Cabeza.

Anexo 27. Características taxonómicas del orden Coleoptera familia Curculionidae de los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Curculionidae: Género Curculionidae 1: A, Adulto vista dorsal; B, Adulto vista lateral; C, Cabeza vista lateral; D, Tarso; E, Antena. Género Curculionidae 2: F, Adulto vista dorsal; G, Adulto vista ventral; H, Tarso.

Anexo 28. Características taxonómicas del orden Amphipoda familia Hyalellidae, orden Trombidiformes familia Hydrachnidae, orden Hirudinida familia Glossiphoniidae, Lumbriculida, Tubificida y Tricladida los arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, Paras-Ayacucho 2020.



Familia Hyalella: Género Hyalella: A, Adulto macho vista latera; B, Adulto hembra vista lateral; C, Gnatópodo. Familia Hydrachnidae: D, Adulto vista dorsal; E, Adulto vista ventral. Familia Glossiphoniidae: F, vista dorsal; G, vista ventral. H, Familia Lumbriculidae. I, Familia Tubificidae. J. Familia Planariidae.

Anexo 29. Matriz de consistencia

TÍTULO: Macroinvertebrados y características fisicoquímicas de arroyos de un bofedal, Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. Ayacucho 2020.					
AUTORA: Huamaní Llantoy, Grenyt Delfia			ASESOR: Carlos Emilio Carrasco Badajoz		
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cómo se relaciona las características fisicoquímicas del agua en nueve zonas de arroyos de un bofedal con los macroinvertebrados en el Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras, departamento de Ayacucho durante un año desde abril del 2021 a marzo del 2022??	Objetivo general Relacionar las características fisicoquímicas del agua en nueve zonas de arroyos de un bofedal con los macroinvertebrados en el centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras, departamento de Ayacucho durante un año desde abril del 2021 a marzo del 2022. Objetivos específicos 1. Determinar la relación de las características fisicoquímicas del agua con la composición de macroinvertebrados a nivel de familia y género. 2. Determinar la relación de las características fisicoquímicas del agua sobre la riqueza de los macroinvertebrados a nivel de familia y género 3. Cuantificar la relación existente de las características fisicoquímicas con la abundancia relativa de los componentes de los macroinvertebrados.	ANTECEDENTES MARCO CONCEPTUAL – Bofedales – Macroinvertebrados acuáticos – Arroyos – Comunidad – Abundancia – Riqueza de la comunidad – Características físicas del agua – Características químicas del agua FUNDAMENTO TEÓRICO – Bofedales altoandinos – Macroinvertebrados acuáticos – Los macroinvertebrados en los hábitats loticos – Factores que condicionan las poblaciones y comunidades de macroinvertebrados.	Las características fisicoquímicas de los arroyos de los bofedales se relacionan lineal y significativamente con las características de los macroinvertebrados en nueve zonas de arroyos de un bofedal ubicado en el Centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras, departamento de Ayacucho durante un año desde abril del 2021 a marzo del 2022.	Variable dependiente Macroinvertebrados de arroyos en un bofedal Indicadores – Composición (familias/géneros) – Riqueza (número de familias y géneros) – Abundancia relativa (%) Variable independiente Características fisicoquímicas del agua de arroyos de un bofedal Indicadores - Temperatura (°C) - Conductividad eléctrica - Sólidos disueltos totales - pH - Alcalinidad - Dureza total - Dureza cálcica - Dureza magnésica - Cloruros - Nitratos - Fosfatos - Sulfatos	TIPO DE INVESTIGACIÓN: – Básica NIVEL DE INVESTIGACIÓN: – Descriptiva-correlacional MÉTODO: – Descriptivo – Comparativo – Estadístico DISEÑO: – Descriptivo – Explicativo MUESTREO: – Población: macroinvertebrados en arroyos de un bofedal – Muestra: 108 colecciones de macroinvertebrados y 108 de agua – Muestreo: Determinístico para la selección de zonas y aleatorio para la recolección de muestras TÉCNICAS: – Observación INSTRUMENTOS: – Estereoscopio – Microscopio – Equipos y otros

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Grenyt Delfia HUAMANI LLANTOY
RESOLUCIÓN DECANAL N° 139-2024-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del veinticinco de marzo del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, estando como presidente encargado el Dr. Pedro AYALA GÓMEZ mediante Memorando N° 115-2024-UNSCH(IN)-FCB con fecha veinticinco de marzo del año dos mil veinticuatro; Dr. Edwin PORTAL QUICANA (Miembro-Jurado); Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS (Miembro-Jurado); Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ (Miembro-Asesor), actuando como secretario docente el Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Macroinvertebrados y características fisicoquímicas de arroyos de un bofedal, centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. Ayacucho 2020.** ; presentado por la Bach. **Grenyt Delfia HUAMANI LLANTOY**; el Presidente encargado luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la 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 del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la 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	16	17
Dr. Edwin PORTAL QUICANA	17	16	17
Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS	17	16	17
		PROMEDIO	17

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la 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 seis y veinte de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Pedro AYALA GÓMEZ
Presidente (e)


Dr. Edwin PORTAL QUICANA
Miembro – Jurado


Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS
Miembro – Jurado


Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ
Miembro – Asesor


Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR
Secretario – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

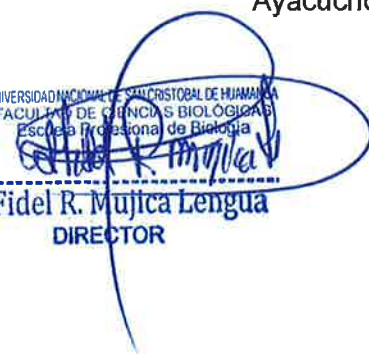
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 37-2024-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Macroinvertebrados y características fisicoquímicas de arroyos de un bofedal, centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. Ayacucho 2020. por GRENYT DELFIA HUAMANI LLANTOY**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 20%, 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 Nº 039-2021-UNSCH-C.

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

Ayacucho, 11 de abril de 2024.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela Profesional de Biología
Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Macroinvertebrados y características fisicoquímicas de arroyos de un bofedal, centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. Ayacucho 2020.

por Grenyt Delfia Huamani Llantoy

Fecha de entrega: 10-abr-2024 09:08a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2345562897

Nombre del archivo: HUAMANI-LLANTOY-Grenyt-Delfia-pregrado_Tesis-2024_TURNITIN.pdf (1.53M)

Total de palabras: 13680

Total de caracteres: 73929

Macroinvertebrados y características fisicoquímicas de arroyos de un bofedal, centro poblado Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras. Ayacucho 2020.

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

3%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

4

apptransparencia.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

dialnet.unirioja.es

Fuente de Internet

1%

6

www.scielo.sa.cr

Fuente de Internet

1%

7

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%

9	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1 %
10	expeditiorepositorio.utadeo.edu.co Fuente de Internet	1 %
11	riostropicales2018.org Fuente de Internet	<1 %
12	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
15	ciespinosa.github.io Fuente de Internet	<1 %
16	ridum.umanizales.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to University of La Guajira Trabajo del estudiante	<1 %
18	visorsig.oefa.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo