

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el
rio Pichari y dos tributarios, La Convención, Cusco 2015.**

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

Presentado por:

Bach. Lisset Tinco Avalos

Asesor:

Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz

AYACUCHO - PERÚ

2024

A mi madre Gladys Avalos, a
mi familia que siempre me
apoya y a mis amigas de toda
la vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología, alma mater de mis estudios profesionales.

Al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG), por haberme brindado las facilidades y materiales para llevar a cabo este trabajo de investigación.

Al Laboratorio de la Planta de tratamiento de agua potable SEDAPI, de la Municipalidad Distrital de Pichari, por haberme brindado las facilidades para realizar el análisis físico y químico de las muestras de agua del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz, por su asesoramiento y aportes en el desarrollo de la investigación.

A la MSc. Carolina Rayme Chalco, por su apoyo técnico en las labores llevadas a cabo en el Laboratorio.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Marco conceptual	7
2.3. Bases teóricas	8
2.3.1. Los ríos.....	8
2.3.2. Macroinvertebrados bentónicos	9
2.3.3. Índices de diversidad.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Lugar de ejecución	19
3.3.1. Ubicación política	19
3.3.2. Ubicación geográfica	19
3.2. Población y muestra	20
3.2.1. Población.....	20
3.2.3. Muestra.....	20
3.2.3. Unidad de observación.....	20
3.3. Sistema de muestreo.....	20
3.4. Metodología y recolección de datos.....	20
3.4.1. Ubicación de las zonas de muestreo.....	20
3.4.2. Colecta de los macroinvertebrados	21
3.4.3. Selección de muestra.....	22
3.4.3. Identificación de la muestra	22
3.4.4. Determinación de la abundancia relativa e índices de diversidad.....	22
3.4.5. Estimación del índice BMWP	23
3.4.6. Características físicas y químicas del agua	23
3.5. Análisis estadístico.....	24
IV. RESULTADOS	25

V.	DISCUSIÓN	37
VI.	CONCLUSIONES	45
VII.	RECOMENDACIONES	47
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Ventajas y desventajas de grupos de organismos acuáticos bioindicadores empleados (Chapman et al., 1996)	13
Tabla 2.	Puntajes asignado a las familias de macroinvertebrados acuáticos para la estimación del índiceBMWP/Col.	15
Tabla 3	Categorías según los puntajes del índice BMWP/Col	16
Tabla 4	Ubicación geográfica de las seis zonas de muestreo en el río Pichari y dos tributarios, La Convención – Cusco, 2015	18
Tabla 5	Características físicas y químicas determinadas en muestras de agua provenientes del río Pichari y dos tributarios, La Convención, Cusco, enero a mayo del 2015.	22
Tabla 6	Composición y abundancia total de los taxones de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.	25
Tabla 7	Puntaje y calidad según el índice BiologicalMonitoringWorkingParty (BMWP) para los ríos Pichari, Kinkori y Amargura y seis zonas de muestreo, La Convención – Cusco, 2015.	32
Tabla 8	Características físicas y químicas (media y desviación típica) de las aguas del río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Abundancia relativa (promedio y desviación típica) de los taxa dominantes (25) de la comunidad macroinvertebrada bentónica presente en el rio Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.	26
Figura 2	Abundancia relativa (promedio y desviación típica) de los taxa dominantes (25) de la comunidad macroinvertebrada bentónica presente en los ríos Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.	27
Figura 3	Riqueza de taxones, Índices de diversidad de Shannon Weaner y Simpson (promedio y desviación típica), de la comunidad macroinvertebrada bentónica del río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.	28
Figura 4	Riqueza de taxones, Índices de diversidad de Shannon Weaner y Simpson (promedio), de la comunidad macroinvertebrada bentónica para seis zonas de muestreo ubicados en el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.	29
Figura 5	Puntaje promedio y desviación típica del índice BMWP (BiologicalMonitoringWorkingParty) para el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.	30
Figura 6	Puntaje promedio y desviación típica del índice BMWP (BiologicalMonitoringWorkingParty) para seis zonas de muestreo ubicados el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.	31

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1	55
Resultado de la prueba de KolmogorovSmirnov para determinar el tipo de distribución de las abundancias de los taxones de la comunidad macroinvertebrada bentónica, río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 2	56
Abundancias relativa promedio y desviación estándar de los taxones de la comunidad macroinvertebrada bentónica, río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 3	57
Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis que compara las abundancias relativas de los taxones de la comunidad macroinvertebrada bentónica en tres ríos (río Pichari, Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 4	59
Resultado de la prueba de KolmogorovSmirnov para determinar el tipo de distribución para índices de calidad y de diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica, río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 5	59
Promedio y desviación estándar de los índices de diversidad y BMWP basado en la comunidad macroinvertebrada bentónica, río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 6	60
Anexo 6. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis que compara los índices de diversidad y puntaje del índice BMWP para los ríos Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 7	61
Anexo 7. Promedio y desviación estándar de los índices de diversidad y BMWP basado en la comunidad macroinvertebrada bentónica en seis zonas de muestreo ubicadas en el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 8	62
Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis que compara los índices de diversidad y el índice BMWP basado en comunidad macroinvertebrada bentónica para seis zonas de muestreo ubicados en los ríos Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 9	63
Resultado de la prueba de KolmogorovSmirnov para determinar el tipo de distribución para las características físicas y químicas del agua del río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 10	64
Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis que compara las características físicas y químicas de las aguas de los ríos Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 11	65
Registro fotográfico del proceso de toma de muestras en los ríos	

	Pichari, Kinkori y Amargura, La Convención, Cusco 2015.	
Anexo 12	Registro fotográfico del proceso de análisis de muestras (macroinvertebrados y agua) en el Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG)	68
Anexo 13	Mapa de ubicación de las seis zonas de muestreo ubicados en el río Pichari, Kinkori y Amargura, La Convención, Cusco 2015.	76
Anexo 14	Matriz de consistencia	77

RESUMEN

Los ríos son los ecosistemas acuáticos continentales más impactados y poco conocidos en el ámbito del Valle del Río Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM). Por ello en este trabajo de investigación se planeó como objetivo principal de evaluar la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el río Pichari y dos tributarios (río Amargura y Kinkori) de enero a mayo del 2015 y aplicar el índice BMWP/Col. Para ello se establecieron seis zonas de monitoreo, cuatro en el río Pichari (abarcando la cuenca alta, media y baja), uno en los ríos Kinkori igual que Amargura, ubicados en el departamento de Cusco, provincia de La Convención. Para la colecta de muestras de macroinvertebrados se realizó cada 15 días, se empleó una red de Surber adaptada con un área de muestreo de 1200 cm². La toma de muestras de agua de los ríos, fue mensual, las que fueron procesadas en el laboratorio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable – SEDA – Municipalidad de Pichari, determinándose sus características físicas y químicas. En los tres ríos se registró 57 taxones (identificados hasta género o familia), con un mayor número para el río Pichari, seguido de Amargura y Kinkori. Los especímenes identificados pertenecen a la clase Insecta con los órdenes Ephemeroptera, Coleoptera, Plecóptera, Lepidóptera, Megaloptera, Trichoptera, Odonata, Hemiptera, Gastropoda y Diptera. De acuerdo al índice Biological Monitoring Working Party (BMWP/Col) el río Pichari y dos tributarios presentaron puntajes que fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$). Los mayores valores promedios de los índices de diversidad de Simpson y Shannon-Weaver fueron registrados en el río Amargura ($p < 0,05$), mientras que el índice de Simpson fue similar ($p > 0,05$) en los tres ríos. La conductividad eléctrica, la turbidez y la temperatura del agua, fue significativamente diferente ($p < 0,05$) al comparar los ríos, con los máximos valores en el río Pichari y los menores en Amargura.

Palabras clave: Macroinvertebrados bentónicos, índices bióticos y de diversidad.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas superficiales continentales, en la actualidad, están expuestas a una amplia gama de factores que pueden alterar su calidad y cantidad, los que están relacionados con la actividad antropogénica (minería, industria, agricultura, deforestación, aguas servidas, etc.), como consecuencia es posible que se haya alterado sus condiciones naturales en el componente fisicoquímico de sus aguas, así como en las comunidades que lo habitan (Albert et al., 2021). Los ríos que atraviesan centros urbanos o se hallan muy próximos a los centros urbanos, son los que más han sufrido el impacto negativo, con la modificación de su entorno y microcuena, el incremento de la concentración de nutrientes en sus aguas (nitrógeno y fósforo principalmente), así como la reducción de la biodiversidad; es decir, han adquirido características diferentes a lo que inicialmente fueron, por ello han sido denominados como “ríos urbanos” (Calderon et al., 2022; Francis, 2012, 2014). Es el caso del río Pichari, que atraviesa la ciudad del mismo nombre, sujeto por lo tanto a impactos negativos derivados de la actividad humana que se centraliza en dicho centro urbano y que de alguna manera ha sido demostrada por los hallazgos a nivel de los índices de calidad ecológica.

Las instituciones como la Autoridad Nacional del Agua (ANA), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), además de las oficinas relacionadas al campo ambiental de ministerios, desarrollan monitoreos de la calidad del agua basados en la determinación de las características fisicoquímicas, cuyos resultados son puntuales en el tiempo (Bertora et al., 2022). Información que les permite una mejor gestión de los recursos hídricos continentales. Es necesario agregar otros medios que puedan recoger información más amplia en el tiempo, como el uso de comunidades biológicas (plancton, macrófitas, macroinvertebrados, entre otros), como bioindicadores (Roldán, 2020). Al haberse

registrado 57 taxones en el río Pichari y dos de sus tributarios, la mayoría de los cuales, hasta nivel de género, se tiene información base que permitirá establecer medidas que permita reducir el impacto o recuperación.

Los macroinvertebrados bentónicos (acuáticos) han sido usados como un medio más para conocer la calidad del agua de ríos desde hace muchos años, debido a que es una comunidad que presenta características ideales para recoger información de eventos que han alterado dichos ecosistemas (Roldán & Ramírez, 2022). Adicionalmente, las estimaciones son relativamente fáciles de llevar a cabo, ya que requiere la identificación y cuantificación de los organismos solo hasta el nivel taxonómico de familia (Abad & Yubert, 2021). Dentro de la diversidad de índices empleados, los que se basan en los macroinvertebrados, se tiene el Biological Monitoring Working Party (BMWP) la que fue adaptado para Colombia y Ecuador (Roldán, 2020), el Índice Biótico Andino (ABI) que se aplica para ríos andinos (los que se hallan a altitudes superior a 2 000 msnm (Acosta et al., 2009), además de otras con el Índice Biótico de Familia (FBI) y el Ephemeroptera, Plecóptera y Trychoptera. Para los ríos estudiados, se aplicó el índice BMWP/Col, sin embargo, se detectó de la existencia de familias que no está registradas en dicho índice, por lo que se hace necesario calibrar dicho índice para su aplicación en localidades similares.

De acuerdo a las indagaciones realizadas, es limitada la información de las características ambientales y biológicas de los ríos ubicados en el ámbito del Valle del Río Apurímac, Ene y Mantaro. Adicionalmente, en estos últimos años se ha observado un incremento sustancial de centro de aglomeración humana y el desarrollo de actividades como la agricultura y otras relacionadas a actividades ilícitas, generando posibles alteraciones en sus condiciones naturales, por lo que es necesario de llevar a cabo actividades que permitan conocer sus características físicas y químicas y de comunidades acuáticas, como los macroinvertebrados, que permita generar información para una mejoría de su calidad. Es muy probable que las actividades descritas están impactando en la calidad de los ríos estudiados, ya que fueron reportadas como ríos que presentan cierto impacto humano, contrario a lo que inicialmente se postulaba, sin impacto y de alta calidad, principalmente en los tributarios y la zona de la cuenca alta.

Los objetivos planteados para el desarrollo de esta investigación fueron los siguientes:

Objetivo general

Evaluar la diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica del río Pichari y dos tributarios, durante los meses de enero a mayo del 2015.

Objetivos específicos

- a. Determinar la composición de la comunidad macroinvertebrada bentónica presentes en el río Pichari y dos tributarios.
- b. Determinar la abundancia de la comunidad macroinvertebrada bentónica presentes en el río Pichari y sus dos tributarios.
- c. Determinar los índices de diversidad (Shannon-Weaner y Simpson) de la comunidad macroinvertebrada bentónica del río Pichari y dos tributarios.
- d. Determinar el índice BiologicalMonitoringWorkingParty (BMWP) basado en la comunidad de macroinvertebrado bentónico presentes en el río Pichari y dos tributarios.
- e. Determinar las características físicas y químicas (alcalinidad total, cloruros, conductividad, dureza cálcica, dureza magnésica, dureza total, pH, sólidos disueltos totales, temperatura y nitrógeno amoniacal) de las aguas del río Pichari.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Con la finalidad de evaluar la variación estructural de las familias de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua en quebradas con presencia de cultivos de café y ganadería en la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia) a una altitud aproximada de 1 500 msnm, se realizaron colectas de macroinvertebrados acuáticos. Lograron coleccionar 7367 individuos perteneciente a 29 familias y 10 órdenes (las que presentaron un mayor número de familias fueron Díptera, Trichoptera y Hemíptera, los que mostraron diferencias significativas entre los sitios de muestreo según las abundancias de las familias. Según el índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party), las zonas con presencia de actividad humana mostraron aguas moderadamente contaminadas a levemente contaminada, a diferencia de la zona de referencia (alejadas de los lugares de presencia humana) que tuvo buena calidad (Guzmán & Soto, 2022).

Bravo & Restrepo (2021) establecieron tres estaciones de muestreo y con el empleándose una red tipo D, en dos ecosistemas lóticos del municipio de El Doncello, Caquetá (Colombia), entre agosto de 2019 y marzo de 2020, donde se realizaron colectas de macroinvertebrados acuáticos en diferentes microhábitats. Registraron 95 géneros en 56 familias y 15 órdenes. Donde las familias Chironomidae (Diptera), Philopotamidae (Trichoptera) y Leptophlebiidae (Ephemeroptera) fueron las más abundantes. La calidad asignada a las zonas muestreadas mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT asignaron categorías donde se evidencia contaminación por residuos orgánicos. Concluyen que la comunidad de macroinvertebrados es notoriamente influenciada por las

perturbaciones antrópicas, ya que las estaciones más afectadas presentaron baja diversidad y alta dominancia

En una investigación llevada a cabo en el río Alto Madre de Dios (Perú), desde los 398 a 2411 msnm. Con el uso de una red de patada, se colectaron individuos pertenecientes a 56 taxones pertenecientes a las órdenes Acari, Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Megaloptera, Odonata, Plecóptera, Trichoptera y Decapoda. Se estableció (mediante análisis multivariados de clasificación y agrupamiento) que cuatro grupos de estaciones estadísticamente diferenciadas ($p < 0,05$), por la velocidad del agua y el tipo de sustrato dominante, explicando la abundancia y amplia distribución de *Chironomidae*, *BaetodesyThraulodes* en esa microcuenca. La gradiente altitudinal influye en los macroinvertebrados, reportándose una mayor diversidad en zonas con altitudes medias y relación significativa con las variables ambientales (Arana et al., 2021).

Abad & Yubert (2021) en una investigación determinaron la composición y estructura comunitaria de macroinvertebrados bentónicos MIB de la cuenca del río San Alberto (Perú) para el cual se realizó cuatro monitoreos trimestrales y un monitoreo preliminar (abril 2012 - abril 2013). Se registró 58 taxa y 9 303 individuos, siendo las familias más abundantes: Simuliidae, Chironomidae, Leptoceridae, Baetidae y Glossosomatidae. Los índices bióticos de calidad estimadas asignan la categoría de buena (IBF:4.57), regular (EPT:49%) y muy buena (IBA:268), donde la cuenca baja reporta menores rangos de calidad.

En el municipio de San José del Fragua (Caqueta-Colombia), durante octubre y diciembre de 2016, se realizó un estudio para determinar la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos, así como su sensibilidad como bioindicadores de calidad del agua. Se hicieron 3 estaciones de monitoreo, con un total de 13 zonas de muestreo. Las colectas de la comunidad se realizaron con una red Surber (ojo de malla 500 μm), redes de pantalla (ojo de malla 350 μm) y redes D (área muestreada 0,9 m^2 ; ojo de malla 500 μm). Se colectó 1357 individuos perteneciente a 13 órdenes y 36 familias, con el orden Trichoptera más diversa que presentó nueve 9 familias (Glossosomatidae, Leptoceridae, Hydropsychidae, Odontoceridae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Philopotamidae e

Hydroptilidae). De acuerdo al índice BMWP/Col, determinó que las aguas fueron de buena calidad (Clase I)(Chaux et al., 2019).

Cavalcanti& Carrasco (2011) reportaron para el río Kimbiri y dos de sus tributarios (La Convención, Cusco), dentro de la comunidad macroinvertebrada bentónica, organismos pertenecientes a la clase Insecta, con los órdenes Ephemeroptera, Coleoptera, Plecóptera, Lepidóptera, Neuroptera, Trichoptera, Odonata, Hemiptera y Diptera. Con 29 familias y 39 géneros, por otro lado, de acuerdo a los índices bióticos BMWP y EPT, fueron catalogados desde regular a muy buena. De acuerdo a los índices de diversidad de Simpson, Shannon Weaner y Pielou, mostraron ecosistemas con diversidad regular, siendo son similares para los tres ríos estudiados ($p > 0,05$).

Ayala (2018) menciona que en los ríos de Cangallo y su tributario Macro, se registró 41 géneros perteneciente a 28 familias, 13 órdenes y 5 clases. Para el río Pampas se halló 38 géneros con diez exclusivos; mientras fue 31 para el río Macro con tres exclusivo. Los componentes de la comunidad estudiada, mostraron gran variación según el espacio y tiempo muestreado, con algunos géneros muy abundantes y muchos que son raros. Reportan a los géneros *Andesiops*, *Dicrotendipes*, *Heterelmis* como los dominantes para los dos ríos.

En arroyos de dos bofedales (Abra Apacheta y Rumirjuyuccpampa), en el distrito de Paras, provincia de Cangallo, región Ayacucho a una altitud de 4 500 msnm aproximadamente, se registró un total de 28 morfotipos (identificados la mayoría hasta género), agrupados en 13 familias, 4 órdenes y 2 clases. Los más abundantes en el bofedal Abra Apacheta fueron representantes del orden Diptera(Ricra, 2018).

2.2. Marco conceptual

a. Diversidad biológica

Son formas diferentes de vida que puede ser cuantificada como diversidad específica (especies) o mediante índices, sin embargo, también con la posibilidad de ser aplicado a niveles superiores de clasificación.

b. Comunidad

Es un conjunto de poblaciones que interactúan en un tiempo y espacio, presenta un conjunto de características que lo hace singular en esas dos dimensiones.

c. Macroinvertebrados acuáticos

Son organismos que pertenecen a una comunidad que tienen un tamaño superior a 0,5 mm y que habitan ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos, está constituido principalmente por formas inmaduras de insectos.

d. Bentónico

Es una comunidad acuática conformada por organismos autótrofos y heterótrofos que se hallan asociadas al lecho de ecosistemas lóticos y lénticos.

e. Sistema lótico

Se consideran sistemas acuáticos que se caracteriza por presentar una corriente de agua que se desplaza siguiendo la pendiente del río y que es considerado como parte de un ecosistema mayor denominado como cuenca.

f. Bioindicador

Son organismos que debido a su estrecho rango de tolerancia persiste en ambientes con determinadas características ambientales cuya variación implica su desaparición y reducción de sus abundancias.

g. Índices de calidad

Son modelos matemáticos que expresan las características de un ambiente mediante valoraciones estimadas en base a características de las comunidades que presenta.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Los ríos

Los ríos son sistemas que llevan agua siguiendo la pendiente por donde circulan, donde sus características morfológicas y del agua varían a lo largo de su recorrido. Otros aspectos a resaltar es que a medida que la pendiente del terreno por donde circula disminuye, los materiales del lecho son más finos; también se incrementa el caudal por la contribución de tributarios que se hallan dentro de la cuenca, también se observa el ensanchamiento progresivamente del canal. Para poder discernir los posibles tipos de ríos según las características que presenta, se ha ideado diversos criterios, una de las más ampliamente conocidas y aplicadas es el orden, en el que se considera aspectos como la edad del agua que conduce, el área de la cuenca que abarca y la presencia de tributarios (Allan & Castillo, 2007).

Los sistemas lóticos están muy relacionadas al ciclo hidrológico, ya que gran parte de la precipitación pluvial que toca tierra (lluvia o nieve), llega hasta los cauces de los ríos. La cantidad de lluvia presente espacial y temporalmente varía enormemente, así para países como Chile, Perú y Colombia, que presentan regiones desérticas o semidesérticas, las precipitaciones registradas son menores de los 100 mm/año; mientras que en las húmedas como la región amazónica los registros van de 3 000 y 4 000 mm al año (Roldán & Ramírez, 2022).

Margalef (1993) considera que los ríos son ecosistemas que se hallan bajo tensión, sobrealimentados, con capacidad de exportar parte de sus componentes materiales y con un ciclo relativamente acelerado. Con el flujo horizontal de sus aguas transporta elementos orgánicos e inorgánicos dependiendo de la disponibilidad de energía. Gran parte de los nutrientes y materia orgánica que transporta está relacionado al hecho de que los sistemas lóticos tienen una enorme superficie de interacción con los ecosistemas terrestres.

Los ríos, dentro de los ecosistemas acuáticos continentales, están latamente presionados por la actividad desarrollada por el hombre, como impactos locales podemos apreciar su uso para recepcionar vertimientos de residuos, modificación de su cauce en canales, represamiento, entre otros; mientras que a gran escala sufre el efecto del cambio climático principalmente con la modificación de su régimen hidrológico; dichos impactos determinan cambios en sus condiciones naturales de la calidad de agua y consecuentemente afectan la biodiversidad acuática y los procesos (Wetzel, 2001).

2.3.2. Macroinvertebrados bentónicos

Bajo dicha denominación se agrupa a un conjunto complejo de organismos heterótrofos que se hallan habitando el lecho de los ecosistemas acuáticos continentales. Está constituido por muchos grupos taxonómicos que hacen que la comunidad sea compleja, dentro de los más comunes se puede mencionar a los gusanos planos (platelmintos), anélidos (lombrices), moluscos (gasterópodos y bivalvos), artrópodos (crustáceos e insectos).

De acuerdo al ambiente acuático en el cual se hallan, dicha comunidad muestra cambios, en ambientes lóticos su diversidad es mayor que los lénticos, probablemente a que estos presentan una mayor heterogeneidad de hábitats; en el

caso de la composición también muestra dicho comportamiento, con grupos representativos para cada ambiente, para el caso de los lóticos, son muy comunes los representantes de los Ephemeroptera y Trichoptera; en los lénticos los Hemiptera y Amphypoda, compartiendo componentes de Coleoptera y Diptera(Dominguez et al., 2009).

Esta comunidad es muy importante en el proceso de flujo de energía, ya que actúan como un nexo entre los productores primarios y niveles tróficos superiores, constituyéndose como alimento peces, anfibios, reptiles, aves e incluso mamíferos(Bae & Park, 2016). Por otro lado, debido a que presentan una mayor dinámica en su ciclo biológico, son aportantes importantes de biomasa que es empleada como alimento en los ambientes donde se hallan, como el caso de los Chironomidae y Ephemeroptera(Díaz-Rojas et al., 2020).

Esta comunidad al estar compuesto por organismos de diferentes grupos taxonómicos, presentan diferentes adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les atribuye diferentes rangos de tolerancia frente a las condiciones ambientales donde se hallan, por lo que en la actualidad son ampliamente usados para la estimación de la calidad ecológica y/o biológicas de los ecosistemas donde se hallan, por lo que son considerados como bioindicadores(Smith & Smith, 2007).

2.2.2. Principales componentes de los macroinvertebrados

Dentro de los principales componentes se tiene a los siguientes

a. PhylumProfera: Conocidos comúnmente como como esponjas, son muy comunes en ambientes marinos; sin embargo, en aguas continentales también se hallan presentes, son muy pequeños, por lo que pasan desapercibidos. La familia más cosmopolita es Spongillidae con los géneros *Spongilla*, *Uruguaya* y *Ephydatia*

b. PhylumCoelenterata: Agrupa a los denominados las hidras de agua dulce, con tamaños que varían desde los 2,0 mm hasta 25,0 mm de longitud, son carnívoros reportado: se ha descrito la familia Hydridae con los géneros *Microhydra*, *Hydra* y *Chlorohydra*.

c. PhylumPlatyhelminthes: Comúnmente conocidos como platelmintos y planarias. Son comunes en aguas con abundante oxígeno, sin embargo, existen algunas especies que ocupan ambientes con altos niveles de contaminación

orgánica. Son carnívoras, alimentándose también de materia orgánica en descomposición. Se ha reportado especies del género *Dugesia* (familia Planariidae) para el Neotrópico.

d. Phylum Nematomorpha: Conocidos como “gusanos crin de caballo”, debido a que tienen forma filamentosa. Para nuestra región biogeográfica se reporta especies que pertenecientes a la familia Chordodidae, con los géneros *Chordodes*, *Neochordodes* y *Pseudocordode*.

e. Phylum Mollusca: Dentro del cual encontramos a los gastrópodos y los bivalvos

) **Clase Gastropoda:** Son llamados comúnmente caracoles, presentando típicamente una concha enrollada en espiral, con tamaños que varían entre de 2 mm a 70 mm. son muy cosmopolitas. Para el neotrópico se reporta las familias Thiaridae (con el género Neritina), Ampullariidae (Melanoides, Pomacea); Hydrobiidae, Melaniidae (*Pachychillus*), Chilinnidae (*Chilina*), Lymnaeidae (*Lymnaea*), Physidae (*Physa*), Ancyliidae (*Ferrissia*) y Planorbidae (*Drepanotrema* y *Helisoma*).

) **Clase Bivalvia:** Se los puede hallar en ambientes lóticos y lénticos, enterrados en el sustrato o fijados superficies como los vegetales. Dentro de las familias más conocidas tenemos a Hyriidae (*Prisodon*, *Castalia*, *Diplodon* y *Díplodontites*), Mycetopodidae (*Anodontites*, *Mycetopoda* y *Fossula*), Corbiculidae (*Corbicuta*) y Pisidiidae (*Byssanodonta* y *Eupera*), Sphaeriidae (*Pisidium*).

f. Phylum Annelida: Dentro del cual tenemos a los oligoquetos e Hirudineos.

) **Clase Oligochaeta:** Comúnmente conocidos como lombrices, cuya morfología es similar a sus pares terrestres, cuyo tamaño varía de 1 a 30 mm. Son frecuentemente encontrados en aguas con presencia de abundante materia orgánica en proceso de descomposición, con niveles de oxígeno muy bajos por lo que se les considera como bioindicadores de contaminación. La familia mejor conocida es la Tubificidae, muy común en aguas extremadamente contaminadas, se reporta la presencia de los géneros *Tubifex*, *Limnodrilus*, *Bothrioneurum*, *Branchiura* y *Aulophorus*.

) **Clase Hirudinea:** Conocidos como sanguijuelas con tamaños que van desde 5 mm a 45 mm. Son comunes en aguas quietas, adheridas a vegetación, troncos y prácticamente todo tipo de sustrato que encuentren a su alrededor. Son tolerantes a ambientes con bajos tenores de oxígeno por lo que son hallados en lugares que están afectadas por contaminación orgánica. La familia más reportada es Glossiphoniidae con los géneros *Dacnobdella*, *Hellodella* y *Oligobdella*.

g. Phylum Arthropoda: Es el grupo más representativo de los macroinvertebrados, debido a que representan más del 80% de su diversidad y abundancia. Dentro de este taxón encontramos a las clases Crustacea, Insecta y Arachnoidea.

) **Clase Crustacea:** Dentro del cual encontramos a los órdenes Amphipoda y Decapoda. Dentro de los Amphipoda encontramos a la familia Hyalellidae que es común principalmente en ambientes lénticos de América del Sur. Los Cecapoda, está representado por lo que comúnmente se les conoce como cangrejos y camarones.

) **Clase Insecta:** Es el grupo de los Arthropoda más representativa de los macroinvertebrados tanto de ambientes lénticos como lóticos. Dentro de ella podemos encontrar representantes pertenecientes a nueve órdenes (Ephemeroptera, Odonata, Plecóptera, Neuroptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidóptera y Diptera).

) **Clase Arachnoidea:** Conocidos como ácaros de agua (Hidracarina). Frecuentemente se los halla en ambientes lénticos como charcos, lagunas, pantanos, aunque también han sido reportados en ambientes lóticos.

2.3. Los indicadores biológicos

Los ecosistemas acuáticos con procesos de contaminación, muestran cambios en las comunidades que alberga, desde complejas y diversas pasan rápidamente a simples y poco diversas. Es consecuencia de los cambios a nivel de las características ambientales (variables físicas y químicas como la alteración de la cantidad de oxígeno disuelto, el pH, la cantidad de iones disueltos) afectan gravemente a dichas comunidades. Dichas variaciones, causan también variaciones en la estructura cuantitativa (abundancia o densidad) y cualitativa (riqueza) de las comunidades que habitan dichos lugares, los que tienen rangos de

tolerancia estrechos son rápidamente erradicadas a diferencia de los resistentes que se mantienen pese a los cambios de su ambiente, los que en su conjunto son denominados como bioindicadores, ya que ocupan nichos inalterados o aquellos generados por la contaminación. Por ellos, es indispensable conocer detalladamente la ecología de dichos organismos acuáticos para poder determinar cuáles son los más sensibles y los más tolerantes frente a dichos cambios. Este aspecto ha sido estudiado adecuadamente en países del hemisferio norte y otros, en base al cual se puede afirmar la mayoría de los componentes de los efemerópteros, plecópteros y tricópteros son indicadores de aguas limpias, así como en los anélidos y ciertos grupos más representativos de los Díptera son indicadores de aguas contaminadas.

El uso de bioindicadores para detectar cambios en los ecosistemas acuáticos tiene las siguientes ventajas, entre las más importantes:

-) Las comunidades biológicas responden a efectos acumulativos intermitentes de la contaminación, que en el monitoreo basado en variables químicas o físicas no puede detectar.
-) Con la caracterización biológica se minimiza en los monitoreos la determinación regular de numerosos y laboriosos parámetros fisicoquímicos, ya que en los organismos se manifiestan gran parte de la información que contiene las variables ambientales a determinar.
-) Los bioindicadores permiten detectar la presencia de contaminantes nuevos o insospechados (incluso en bajas concentraciones), ya que pueden bioacumularse en ciertos organismos, siendo susceptible de determinación y que puede reflejar el nivel de contaminación ambiental.
-) Al seleccionar algunos pocos grupos taxonómicos, se simplifica y reduce los gastos de la valoración sobre el estado del ecosistema, lo que favorece la generación de información puntual y pertinente, desechando una cantidad de datos difíciles de manejar e interpretar.

Dentro de los principales grupos de organismos acuáticos, así como sus ventajas y desventajas se tiene:

Tabla 1. Ventajas y desventajas de grupos de organismos acuáticos bioindicadores empleados (Chapman et al., 1996)

Organismos	Ventajas	Desventajas
------------	----------	-------------

Bacterias	Metodología bien desarrollada. Responden rápidamente a los cambios ambientales (contaminación). Empleadas como indicadores de contaminación fecal. Fácil toma de muestra.	Se recuperan rápidamente de la contaminación intermitente. Indispensable equipamiento especializado para procesar muestras.
Protozoos	Se conoce los valores de tolerancia a la contaminación orgánica. Fácil toma de muestras	Indispensable buen conocimiento taxonómico
Algas	Los rangos de tolerancia están bien documentados. Indicadores útiles de eutrofización.	Indispensable buen conocimiento taxonómico
Macroinvertebrados	Grupo heterogéneo en formas y hábitos. Muchos componentes son sedentarios con ciclos de vida largos. Fácil muestreo cualitativo. Buena información de claves taxonómicas.	Muestreo cuantitativo difícil. Las características del hábitat y su preferencia condicionan la extracción de la muestra. Sujetos a la deriva, Se deben conocer los ciclos de vida que puede ser determinante en la ausencia de especies.
Macrófitas	La mayoría es arraigada. Fácil identificación. Indicadoras de la presencia de nutrientes	Frecuentemente toleran contaminación. La estacionalidad temporal influye sobre ellas
Peces	Métodos de muestreo bien desarrollados. Respuestas fisiológicas inmediatas. Pueden indicar cambios en la cadena alimentaria. Facilidad de identificación.	Muy móviles por lo que evitan la contaminación

2.3.1. Los macroinvertebrados como bioindicadores

La comunidad de los macroinvertebrados es una de las más empleadas para determinar la calidad ecológica de los cuerpos de aguas continentales, con mucha más frecuencia los lóticos que los lénticos, debido a que presentan las siguientes ventajas.

-)] Están presente con elevada diversidad y abundancia, así como son de amplia distribución y fáciles de recolectar debido a su tamaño que los hace observables a simple vista.
-)] Existe abundante bibliografía taxonómica que los hace fácilmente identificables.
-)] Muchos componentes son relativamente sedentarios por lo que la estructura de la comunidad refleja las condiciones locales
-)] Muchos componentes presentan ciclos de vida largo, principalmente el estado inmaduro en el caso de insectos.
-)] Como comunidad, responden rápidamente a los tensores ambientales variando su estructura (composición y abundancia).

2.3.2. Índices para estimar la calidad biológica del agua basados en macroinvertebrados

El uso de índices bióticos que están basados en la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos (bentónicos) para determinar la calidad ecológica de los ecosistemas acuáticos continentales es de larga data, empleándose prácticamente a nivel global. Dentro de estos se puede mencionar Biomonitoring Working Party (BMWP), el índice Ephemeroptera, Plecóptera y Tricóptera (EPT) y el Índice Biótico de Familia.

El índice BMWP, es uno de los más empleados para el biomonitoreo en Europa, originalmente fue desarrollado en el Reino Unido en 1976, siendo empleado en dicho país (Ruiz-Picos et al., 2017). Este índice se basa en asignar puntajes a cada familia de macroinvertebrados según sus rangos de tolerancia frente a déficits de oxígeno derivado de la contaminación orgánica. Por la simplicidad de cálculo de este índice es empleado en muchos otros países de Sudamérica, África, Asia y Oceanía, para ello es indispensable la calibración de los puntajes del BMWP para cada taxón en cada región ecológica, por la heterogeneidad de la composición taxonómica de la comunidad, las condiciones ambientales y la magnitud de intervención antropogénicas que en su conjunto son promotoras de importantes diferencias geográficas (Chang et al., 2014). En América Latina se ha hecho intentos de calibración del índice BMWP, es el caso de Colombia y Ecuador, pero lamentablemente no ha sido incorporado a la legislación ambiental (Roldán, 2020).

2.3.3. El índice Biomonitoring Working Party (BMWP)


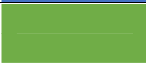

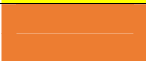

Es un índice fácil de estimar, basado en asignar a los grupos de macroinvertebrados identificados hasta nivel de familia rangos de tolerancia, requiriendo solo como información su presencia o ausencia. El rango de puntaje va de uno a diez, según a su tolerancia a la contaminación orgánica, donde las familias más sensibles como el caso de Leptophlebiidae, Perlidae (Tabla 2), se les asigna una puntuación de diez; caso contrario ocurre con los más tolerantes como por ejemplo los oligoquetos que reciben una puntuación de uno. Para su cálculo, se suma de puntajes asignados a las familias para estimar el índice BMWP total para posteriormente asignarle una clase de calidad que va desde I hasta V, tal como se puede ver la Tabla 3, en el que también se muestra el significado y la forma de cómo debe ser representada cartográficamente mediante colores.

En el país vecino se propone una adaptación del índice, por lo que es denominado como BMWP/Col en la que se incorpora familias que están presentes en ese país, así como con modificaciones en los puntajes de los rangos de tolerancia, tal como puede observarse en la tabla siguiente:

Tabla 2. Puntajes asignados a las familias de macroinvertebrados acuáticos para la estimación del índice BMWP/Col (Roldán-Pérez, 2016)

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

Tabla 3. Categorías según los puntajes del índice BMWP/Col (Roldán-Pérez, 2016)

Clase	Calidad	Puntaje BMWP/Col	Significado	Color	
I	Buena	> 150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde	
III	Dudosa	36.-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo	
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo	

2.3.3. Índices de diversidad

Los índices de diversidad se estiman tomando en cuenta tres componentes de la estructura de la comunidad: riqueza, equitatividad y abundancia, los cuales han sido empleados también para determinar la calidad del ambiente en función de las

dichas características. Se supone dichas expresiones matemáticas recogen información de las comunidades en ambientes no alterados, los que se caracterizan por su alta diversidad o riqueza, distribución aproximadamente uniforme de individuos los taxones con una moderada o elevada cantidad de individuos; mientras que en ambientes degradados por la contaminación, la comunidad presenta un descenso de la riqueza ya que desaparecen los organismos sensibles, incremento de la abundancia en los organismos tolerantes con un descenso de la equitatividad.

a. Índice de Simpson (λ)

Es un índice de dominancia, ya que es sensible a la abundancia de las especies más comunes, a partir de una medida de riqueza de especies. Se mide como la probabilidad de que pertenezcan al mismo taxón dos individuos tomados al azar. El modelo matemático es el siguiente

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde, $p_i = n_i / N$, n_i es el número de individuos de la especie "i" y N es la abundancia total de las especies.

Sus valores van desde 0 a 1, decreciendo sus valores a medida que se incrementa la diversidad.

b. Índice de Shannon-Weaner (H')

Basado en la teoría de la información, mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, y se expresa como:

$$H' = - \sum p_i \ln 2 p_i$$

Donde:

p_i es la proporción de individuos de la especie i, es decir $p = n_i / N$.

Adquiere valor de cero en el caso de que en una comunidad está presente una sola especie, mientras que los valores más comunes se hallan entre 1.5 a 3.5 y raramente sobrepasa 4.5 (Magurran, 2013; Moreno, 2001).

En caso de las comunidades de macroinvertebrados en ríos, es poco frecuente hallar valores superiores a 3, comúnmente va de 2,4-2,5 lo que nos estaría indicando dichos ecosistemas que está sometido a tensión, menores valores son indicativos de aguas muy contaminadas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación fue llevada a cabo en los ríos Pichari y dos tributarios denominados como Kinkori y Amargura, los cuales tienen la siguiente ubicación.

3.3.1. Ubicación política

Departamento : Cusco
Provincia : La Convención
Distrito : Pichari

3.3.2. Ubicación geográfica

En los tres ríos estudiados se ubicaron seis zonas de muestreo (cuatro en el río Pichari y uno tanto en Kinkoricomo en Amargura), las coordenadas fueron determinadas con GPS navegador (GARMIN modelo Etrex 30) (Tabla 4).

Tabla 4. Ubicación geográfica de las seis zonas de muestreo en el río Pichari y dos tributarios, La convención – Cusco, 2015

Código	Zonas de muestreo	Ubicación geográfica (UTM)		Altitud (msnm)	Observación
P1	Río Pichari	636384	8620778	1129	Río arriba
P2	Río Kinkori	631885	8621640	975	50 m antes de la unión con el río Pichari
P3	Río Amargura	630430	8620536	818	50 m antes de la unión con el río Pichari
P4	Río Pichari	629165	8619181	740	Antes de ciudad Pichari
P5	Río Pichari	628055	8617851	660	Antes de ciudad Pichari
P6	Río Pichari	626550	8614924	565	Desembocadura Pichari

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Comunidad de macroinvertebrados bentónicos y agua del río Pichari y sus dos tributarios (Kinkori y Amargura), entre los meses de enero a mayo del año 2015.

3.2.3. Muestra

Estuvo constituida por 60 colectas de la comunidad macroinvertebrados bentónicos y 30 muestras de agua. Las muestras de macroinvertebrados estuvo constituida por tres colectas con la finalidad de recoger la mayor cantidad de información (menor varianza) de las zonas muestreadas (Oyague-Passuni, 2009). Se identificaron seis zonas de muestreo ubicadas en el río Pichari y dos tributarios. Las colectas de las muestras fueron realizadas desde el mes de enero a mayo del año 2015.

3.2.3. Unidad de observación

Una colecta de macroinvertebrados realizada con la red Surber modificada (sin considerar la malla lateral). y 700 mL de agua.

3.3. Sistema de muestreo

Estuvo basada en las recomendaciones que brinda Ramírez (1999), que menciona que para ubicar las zonas de muestreo en un curso del río, debe primar el criterio personal (determinístico), para posteriormente el recojo de muestras hacerlo siguiendo las recomendaciones de un muestreo sistemático (Hernández, 2018).

La muestra de macroinvertebrados estuvo constituida por 3 submuestras que fueron colocadas en un solo recipiente que posteriormente fueron homogenizadas.

3.4. Metodología y recolección de datos

3.4.1. Ubicación de las zonas de muestreo

Las zonas de muestreo se ubicaron a conveniencia con la finalidad de maximizar el recojo de información de los ríos estudiados (Autoridad Nacional del Agua, 2016). El detalle de las zonas de muestreo se describe a continuación:

) La zona P1 fue ubicada en el río Pichari (río arriba), que se caracteriza por no presentar aglomeraciones humanas importantes en áreas aledañas.

-) La zona P2 fue ubicada en el río Kinkori (tributario) a unos 50 metros antes de su unión con el río Pichari. No presenta aglomeraciones humanas importantes en áreas aledañas.
-) La zona P3 fue ubicada en el río Amargura (tributario) a unos 50 metros antes de su unión con el río Pichari. No presenta aglomeraciones humanas importantes en áreas aledañas.
-) La zona P4 se ubicó en el río Pichari, luego de la confluencia de los dos ríos tributarios (Kinkori y Amargura). No presenta aglomeraciones humanas importantes en áreas aledañas.
-) Las zonas de muestreo P4 y P5 fueron ubicadas en el río Pichari, antes de su paso por la ciudad del mismo nombre. Se nota la presencia de aglomeraciones humanas.
-) La zona P6, en el río Pichari luego de su paso por la ciudad del mismo nombre. Se nota la presencia de aglomeraciones humanas.

Las zonas de muestreo donde se colectaron las muestras, tuvieron como características comunes, estar ubicados en lugares con presencia de grandes piedras que interrumpían el flujo normal del agua generando gran turbulencia (Anexo 11). Las colecciones de muestras fueron realizadas en lugares aledaños con predominancia de grava y guijarros (partículas de más de 4,75 mm). En común a las zonas de muestreo, la presencia de abundante vegetación arbórea y arbustiva en las riveras de los ríos.

3.4.2. Colecta de los macroinvertebrados

Para la recolección de muestras de organismos bentónicos se utilizó una red Surber con una apertura de malla de 0,5 mm y con un área de muestreo 40 x 30cm (1200 cm²)(Carrasco et al., 2020). Las colectas fueron realizadas en lugares donde la profundidad del río no fuese mayor a los 40 cm, disponiendo la boca de la red en contra de la corriente, haciendo remoción de los objetos sumergidos aledaños para que los organismos asociados al lecho del río se desprendan y así ser arrastrados hacia la red. Este procedimiento se repitió por tres veces abarcando en lo posible en todos los hábitats en la zona, siguiendo las recomendaciones de un muestreo multihábitat(Ríos-Touma et al., 2022), para luego ser depositado en un recipiente de plástico debidamente rotulado (con datos de la zona y fecha de

muestreo) para su identificación. Posteriormente se agregó etanol al 96 % para su conservación y luego ser trasladados al Laboratorio de Sistema de Información Geográfica y Biodiversidad (BioSIG) de la Facultad de Ciencias Biológicas.

3.4.3. Selección de muestra

Las muestras en el laboratorio fueron procesadas de la siguiente manera; primero, fue eliminado el material indeseable (palos, hojas, arena, piedras, etc.) para el cual fue dispuesto en una bandeja de plástico de 30 x 40 x 3 cm; posteriormente con la ayuda de pinzas entomológicas y una lupa, los organismos pertenecientes a la comunidad de los macroinvertebrados, fueron aislados y depositados (previa contabilización) en frasco viales conteniendo alcohol al 70% para su conservación, considerando las semejanzas morfológicas (morfoespecie).

3.4.4. Identificación de la muestra

Con la ayuda de equipos ópticos, microscopio y estereoscopio, se visualizó las características morfológicas de importancia taxonómica, mencionadas como discriminantes en las claves taxonómicas empleadas, procurando llegar la identificación hasta el nivel de género, en caso de no existir la descripción morfológica discriminante, se identificó a nivel de familia. Las claves taxonómicas empleadas fueron los que presentan: Domínguez et al., 2009, Prat et al., 2011 y Roldan, 1996.

3.4.5. Determinación de la abundancia relativa e índices de diversidad

Para determinar la abundancia de los componentes de los macroinvertebrados fue necesario llevar a cabo la contabilización de los individuos pertenecientes a cada taxón, para posteriormente expresarlo en porcentaje en función del total de organismos colectados, este procedimiento fue realizado para cada muestra tomada.

La estimación de los índices de diversidad de Shannon-Weaner y Simpson (dominancia) fue realizada teniendo como datos las abundancias de cada taxón (género y/o familia) tal como lo recomienda Moreno (2001) en el caso de no tener la identificación hasta especie. Para este efecto se empleó los softwares estadísticos InfoStat 2020 Ver. 2020 (Di Rienzo et al., 2020) y PAST versión 4.11 (Hammer & Harper, 2022).

3.4.6. Estimación del índice BMWP

A los taxones identificados hasta nivel de familia presentes en las muestras se les asignó el puntaje de tolerancia especificada en la Tabla 2 que corresponde al índice BMWP adaptada para Colombia (Roldán-Pérez, 2016), para posteriormente luego realizar la sumatoria y obtener el puntaje del índice. El valor del índice obtenido para cada muestra, fue comparado con los rangos de puntaje mostrados en el Tabla 3, con el cual se le asignó una clase de calidad.

3.4.7. Características físicas y químicas del agua

Para este efecto se tomó muestras de agua en frascos de polietileno, aproximadamente 0,7 L. La colecta fue realizada, sumergiendo los frascos en la parte media del curso del agua, para facilitar el ingreso del agua sin producir mucha turbulencia, una vez lleno, fue cerrado herméticamente y rotulados con datos de la zona y fecha de muestreo (Autoridad Nacional del Agua, 2016). Posteriormente fueron trasladados en un recipiente refrigerado (10 ± 2 °C) al laboratorio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Municipalidad de Pichari para su análisis, lo que llevaron a cabo dentro de las doce horas posteriores a la toma de muestra. Se empleó un equipo portátil de análisis de agua para acuicultura marca HACH modelo FF-1. Las determinaciones de la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales fueron realizadas *in situ* con un equipo multiparámetro Waterproof Tester Combo marca HANNA. Las determinaciones físicas y químicas en el laboratorio fueron los que se muestran en la Tabla 5, de acuerdo a las técnicas señaladas por (SUNASS, 1997)

Tabla 5. Características físicas y químicas determinadas en muestras de agua provenientes del río Pichari y dos tributarios, La Convención, Cusco, enero a mayo del 2015.

Características físicas y químicas	Unidad
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃
Cloruros	mg Cl/L
Dureza Total	mg/L CaCO ₃
Dureza Magnésica	mg/L Mg
Dureza Cálcica	mg/L Ca
pH	
Turbidez	NTU
Conductividad eléctrica	μS/cm
STD	ppm
Temperatura	°C

3.5. Análisis estadístico

Se construyó una matriz con los datos de los macroinvertebrados (identificación y contabilización) y de la caracterización física y química del agua en el software Excel, para posteriormente ser exportado al IBM SPSS 25, InfoStat y PAST, en los que fueron procesados y analizados. Los estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión, así como los datos expresados en porcentaje (abundancia relativa) fueron presentados en tablas y figuras. Como prueba estadística inferencial se empleó el test de Kruskal Wallis para comparar las abundancias de los taxa y las características físicas y químicas del agua, según las zonas y meses de muestreo con la finalidad de detectar posibles diferencias. Este análisis estadístico fue aplicado debido a que los datos no presentaron distribución normal, así mismo en todos los casos se consideró una confianza del 95% ($\alpha=0,05$).

IV. RESULTADOS

Tabla 6. Composición y abundancia total de los taxones de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.

Orden	Familia	Taxones	Río			Individuos total (n°)
			Pichari	Kinkori	Amargura	
Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes sp.				1535
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetidius sp.				385
Ephemeroptera	Baetidae	Moyabaetis sp.				282
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes sp.				1298
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Thraulodes sp.				597
Ephemeroptera	Oligoneuridae	Lachlania sp.				22
Odonata	Coenagrionidae	Coenagrionidae sp.				2
Odonata	Gomphidae	Gomphidae sp.				3
Odonata	Libellulidae	Libellulidae sp.				5
Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria sp.				746
Hemiptera	Naucoridae	Ambrysus sp.				1
Hemiptera	Naucoridae	Limnocoris sp.				48
Megaloptera	Corydalidae	Corydalus sp.				174
Trichoptera	Calamoceratidae	Banyallarga sp.				2
Trichoptera	Calamoceratidae	Phylloicus sp.				9
Trichoptera	Glossosomatidae	Culoptila sp.				9
Trichoptera	Helicopsychidae	Helicopsyche sp.				8
Trichoptera	Hydrobiosidae	Atopsyche sp.				42
Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema sp.				79
Trichoptera	Hydropsychidae	Smicridea sp.				396
Trichoptera	Hydroptilidae	Ochrotrichia sp.				2
Trichoptera	Leptoceridae	Grumichella sp.				47
Trichoptera	Leptoceridae	Nectopsyche sp.				54
Trichoptera	Limnephilidae	Antarctoecia sp.				3
Trichoptera	Odontoceridae	Marilia sp.				34
Lepidoptera	Crambidae	Nymphulinae sp.				7
Diptera	Blepharoceridae	Limonicola sp.1				3
Diptera	Blepharoceridae	Limonicola sp.2				2
Diptera	Ceratopogonidae	Probezzia sp.				3
Diptera	Chironomidae	Chironomidae sp.1				9
Diptera	Chironomidae	Chironomidae sp.2				2
Diptera	Chironomidae	Chironomidae sp.3				15
Diptera	Chironomidae	Chironomidae sp.4				5
Diptera	Chironomidae	Cricotopus sp.				970
Diptera	Chironomidae	Olivieriella sp.				28
Diptera	Chironomidae	Pentaneura sp.				31
Diptera	Chironomidae	Rheotanytarsus sp.				35
Diptera	Empididae	Chelifera sp.				10
Diptera	Empididae	Hemerodromia sp.				23
Diptera	Muscidae	Limnophora sp.				2
Diptera	Pelecorhynchidae	Pelecorhynchidae sp.				2
Diptera	Psychodidae	Maruina sp.				4
Diptera	Simuliidae	Gigantodax sp.				203
Diptera	Stratiomyidae	Stratiomyidae sp.				3
Diptera	Tipulidae	Tipulidae sp.1				29
Diptera	Tipulidae	Tipulidae sp.2				19
Diptera	Tipulidae	Tipulidae sp.3				14
Coleoptera	Dryopidae	Pelonomus sp.				18
Coleoptera	Elmidae	Cylloepus sp.				11
Coleoptera	Elmidae	Heterelmis sp.				282
Coleoptera	Elmidae	Macrelmis sp.				256
Coleoptera	Elmidae	Phanocerus sp.				5
Coleoptera	Hydrophilidae	Anticura sp.				11
Coleoptera	Lutrochidae	Lutrochidae sp.				30
Coleoptera	Psephenidae	Psephenops sp.				12
Coleoptera	Ptilodactylidae	Anchytarsus sp.				18
Coleoptera	Staphylinidae	Staphylinidae sp.				2
Total taxones (n°)			51	30	44	57

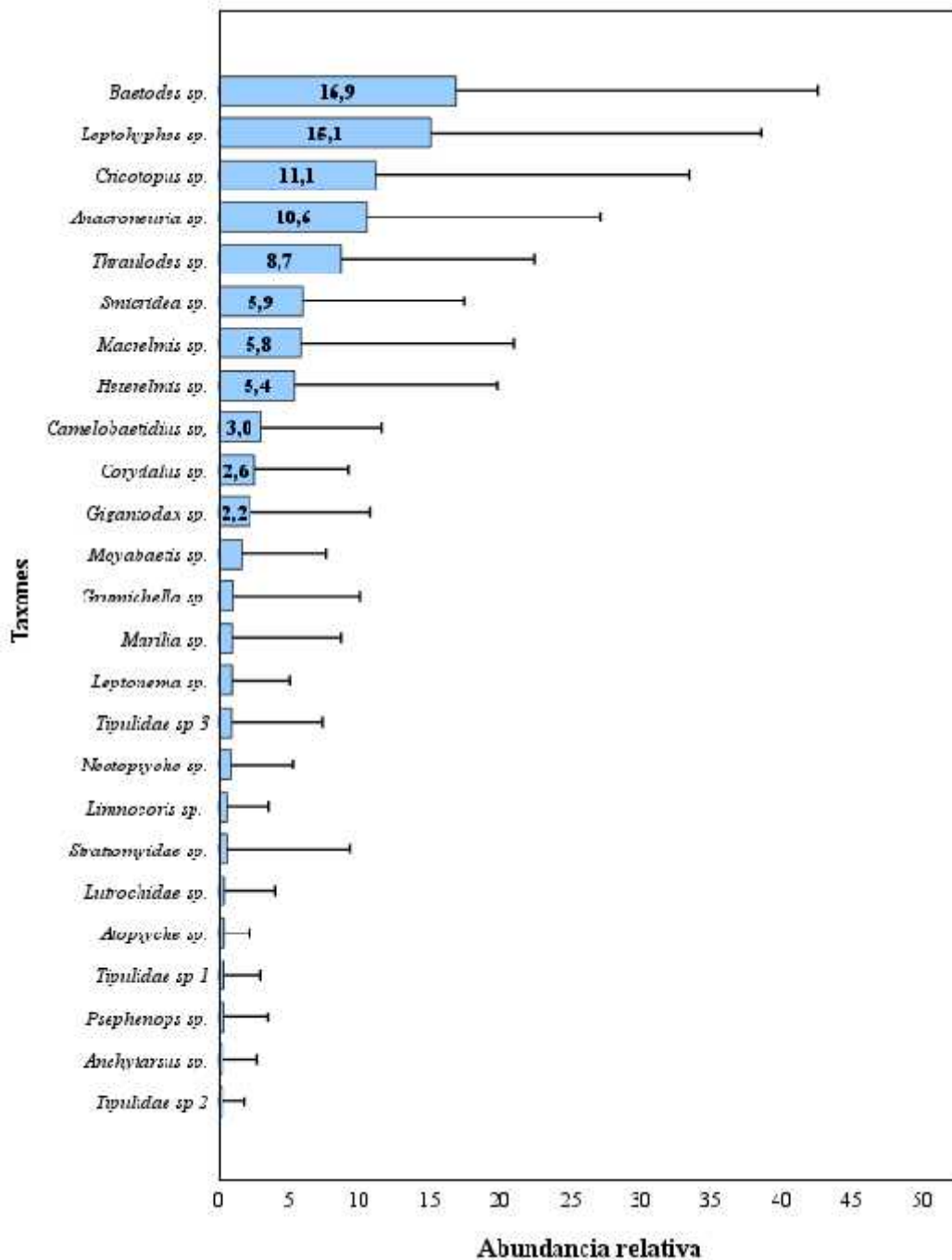


Figura 1. Abundancia relativa (promedio y desviación típica) de los taxa dominantes (25) de la comunidad macroinvertebrada bentónica presente en el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.

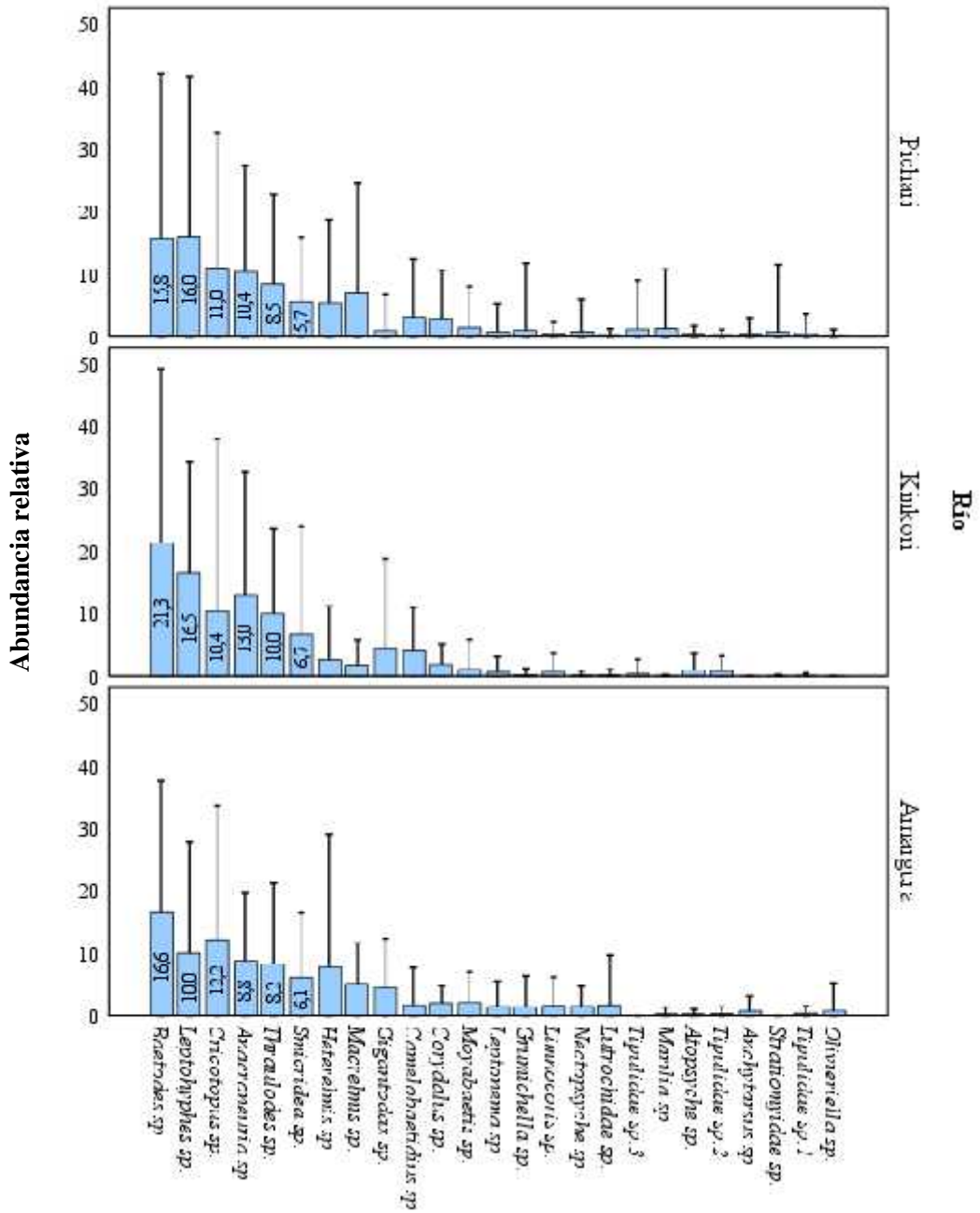


Figura 2. Abundancia relativa (promedio y desviación típica) de los taxa dominantes (25) de la comunidad macroinvertebrada bentónica presente en los ríos Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.

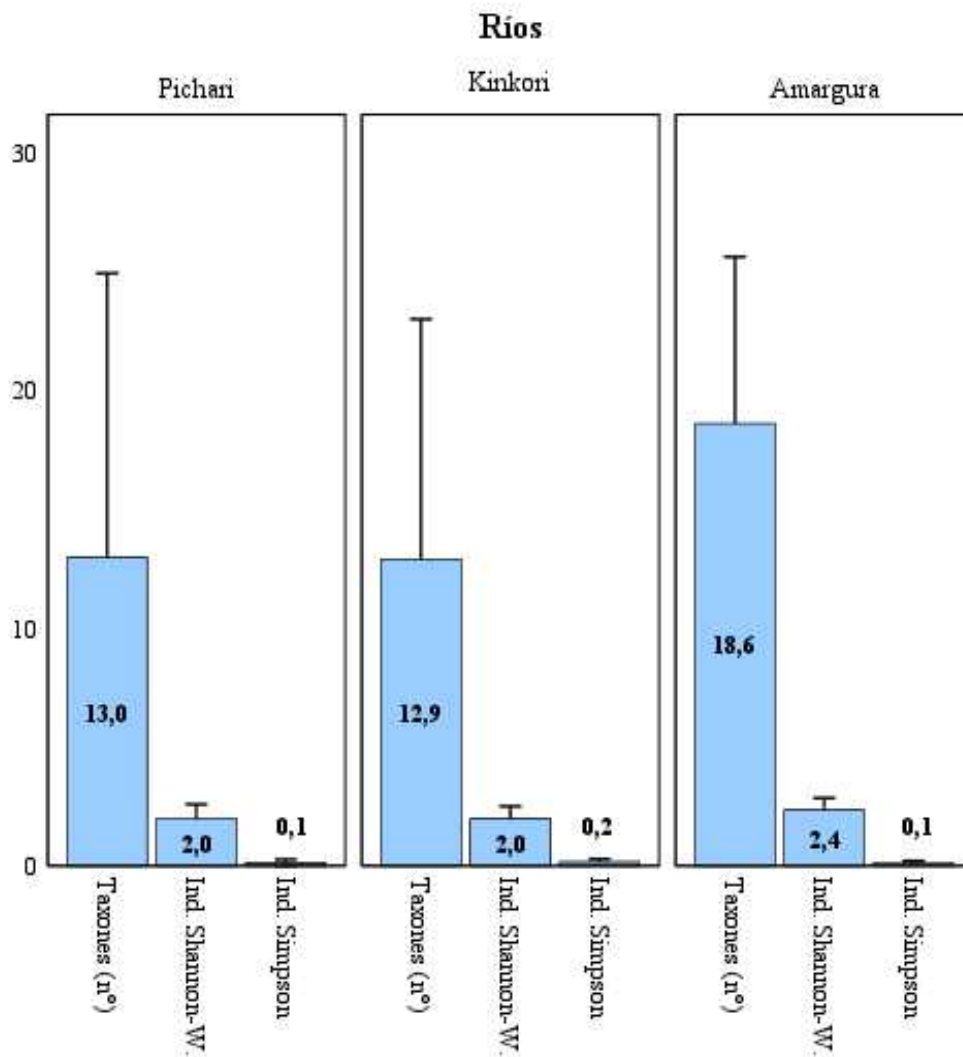


Figura 3. Riqueza de taxones, Índices de diversidad de Shannon Weaner y Simpson (promedio y desviación típica), por muestreo de la comunidad macroinvertebrada bentónica del río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.

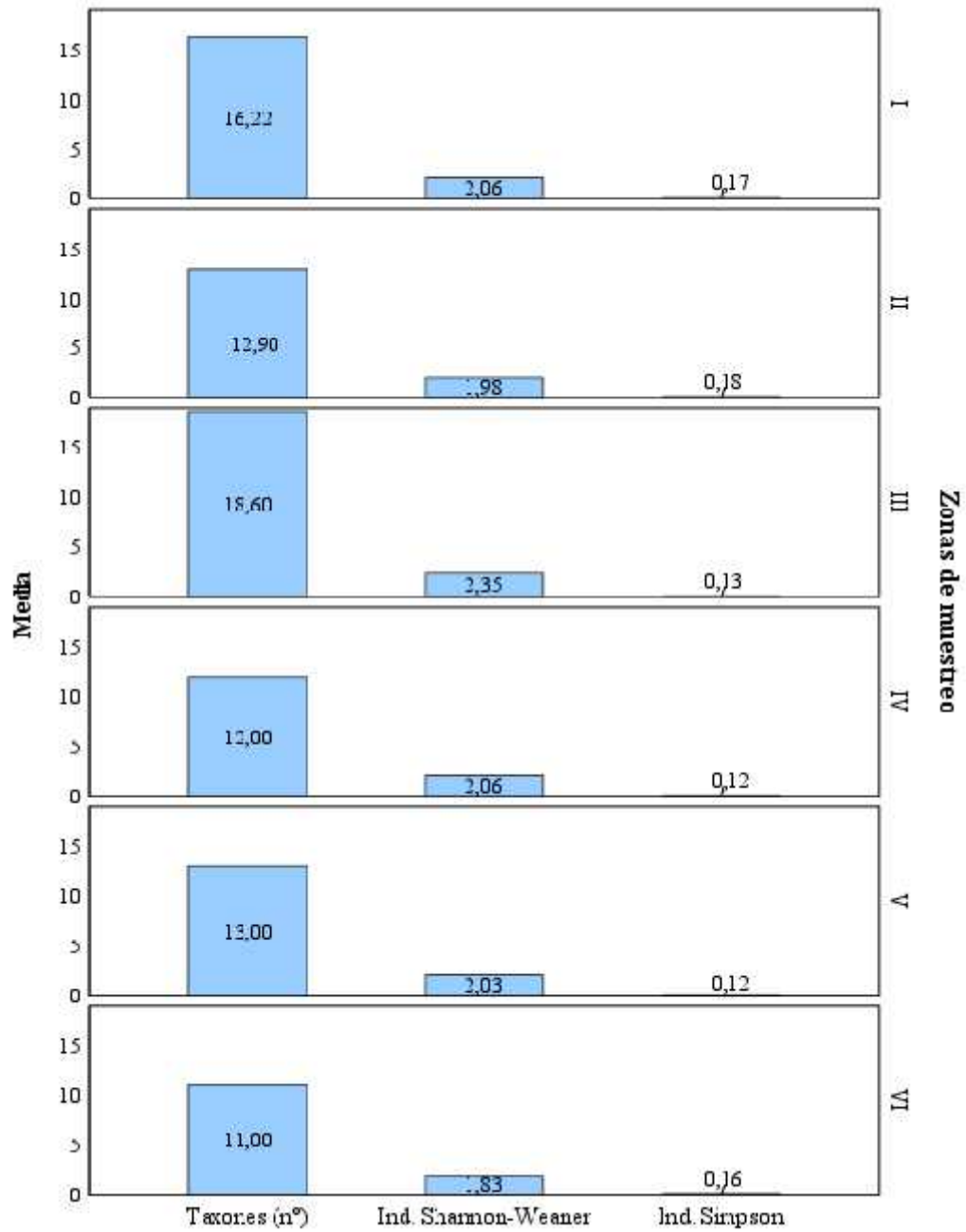


Figura 4. Riqueza de taxones, Índices de diversidad de Shannon Weaner y Simpson (promedio), de la comunidad macroinvertebrada bentónica para seis zonas de muestreo ubicados en el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.

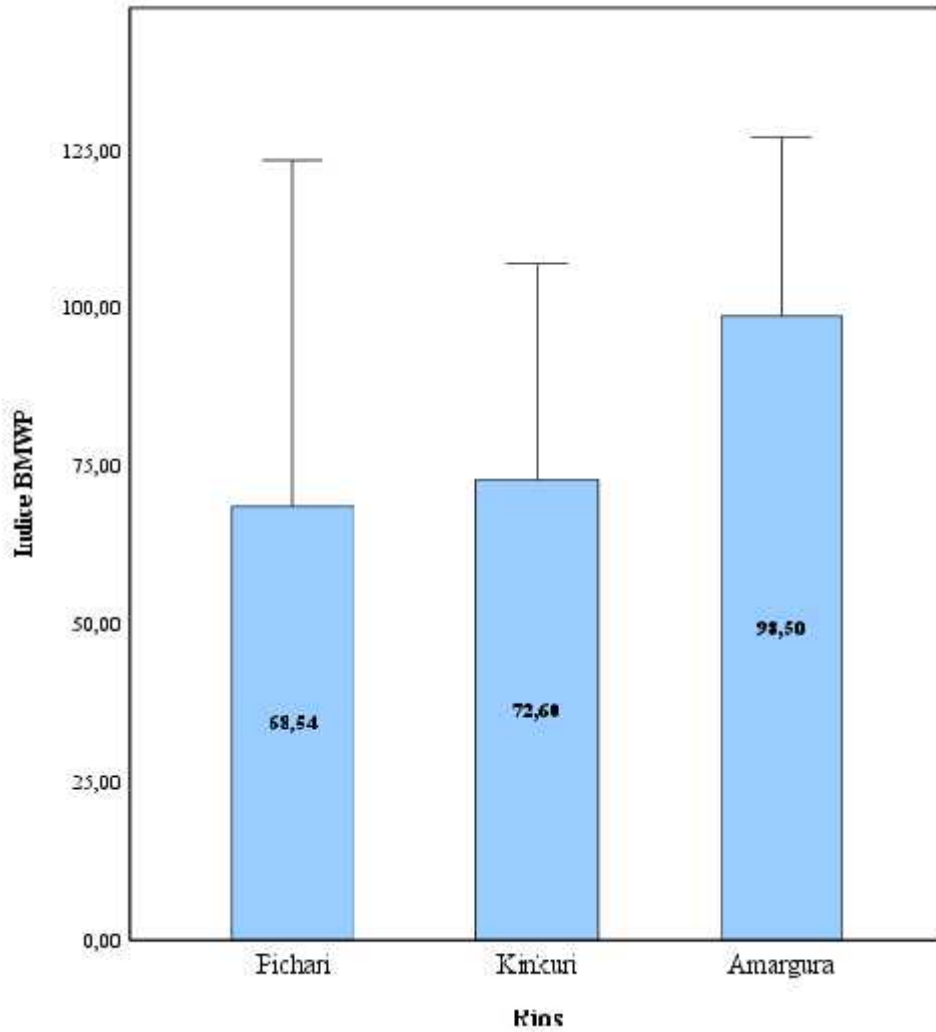


Figura 5. Puntaje promedio y desviación típica del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) para el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.

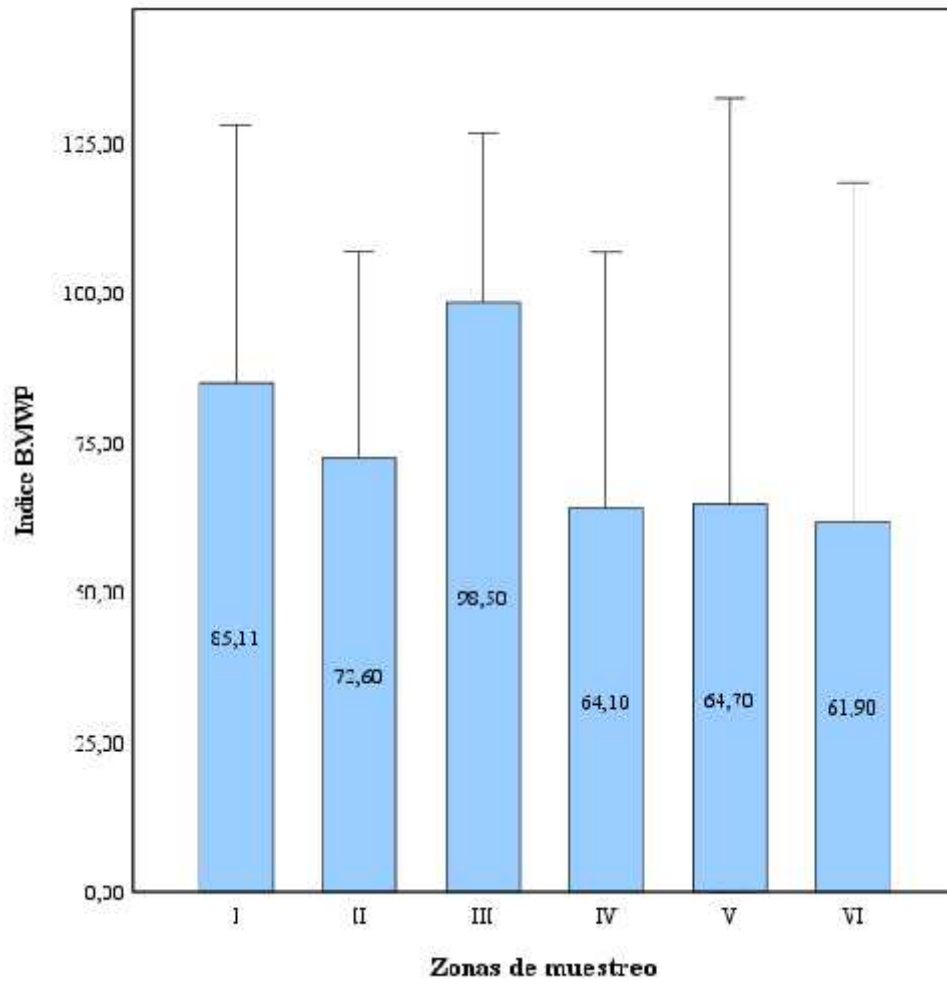


Figura 6. Puntaje promedio y desviación típica del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) para seis zonas de muestreo ubicados el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.

Tabla 7. Puntaje y calidad según el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) para los ríos Pichari, Kinkori y Amargura y seis zonas de muestreo, La Convención – Cusco, 2015.

Río/zona de muestreo	Índice BMWP					
	Media	D.S.	Calidad	Significado	Color (cartografía)	
Río	Pichari	68,54	27,40	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
	Kinkori	72,60	17,08	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
	Amargura	98,50	14,18	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
Zonas de muestreo	I	85,11	21,46	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
	II	72,60	17,08	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
	III	98,50	14,18	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
	IV	64,10	21,30	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
	V	64,70	33,85	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	
	VI	61,90	28,26	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	

Tabla 8. Características físicas y químicas (media y desviación típica) de las aguas del río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención – Cusco, 2015.

Características físicas y químicas	Río						Sig. asin.
	Pichari		Kinkori		Amargura		
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	
Alcalinidad (mgL CaCO_3)	39,0	8,6	30,0	7,9	40,8	5,8	0,065
Dureza total (mgL CaCO_3)	34,4	4,4	36,2	13,3	30,0	6,0	0,386
Dureza cálcica (mgL Ca)	26,2	6,6	21,2	6,4	21,2	2,7	0,057
Dureza magnésica (mgLMg)	8,2	5,1	15,0	10,7	8,8	5,5	0,452
Cloruros (mgCIL)	1,4	0,9	1,5	1,0	1,2	0,8	0,911
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)	74,1	3,9	52,5	14,5	70,5	6,1	0,008
pH	7,9	0,5	7,6	0,6	7,8	0,7	0,511
STD (ppm)	77,4	82,4	27,6	13,4	17,6	12,7	0,003
Turbidez (NTU)	301,1	631,9	19,1	11,8	2,2	2,8	0,001
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	24,7	1,0	24,2	1,1	16,2	1,1	0,001

V. DISCUSIÓN

Se ha determinado que los macroinvertebrados acuáticos incrementan su diversidad a medida que la altitud disminuye, sin embargo, dicha relación no es lineal, ya que, a menores altitudes, nuevamente se aprecia una reducción (Jacobsen & Dangles, 2012). Zonas altoandinas, presenta condiciones ambientales cada vez más restrictivas como temperaturas cada vez menores, así como la concentración del oxígeno y mayor incidencia de rayos UV, por lo que la diversidad biológica está inversamente relacionada con la latitud y altitud (Jacobsen & Dangles, 2012). Los resultados de la Tabla 6, muestra la composición de los macroinvertebrados en los ríos Pichari, Kinkori y Amargura, se halló un total de 57 taxones (identificado a nivel de familia y género), principalmente como formas inmaduras de la Clase Insecta, determinando que en muchos casos que la identificación no se haya llegado hasta género. Las familias más diversas fueron Chironomidae (Diptera) con ocho taxones, seguido de Elmidae (Coleoptera) con cuatro; mientras que tres taxones fueron hallados en Baetidae (Ephemeroptera) y Tipulidae (Diptera). Dentro de la comunidad estudiada se colectaron especímenes pertenecientes solo a la clase Insecta con nueve órdenes, coincidiendo en la importancia que tiene dicha clase dentro de los macroinvertebrados, por acaparar la diversidad y abundancia (Ayala, 2018; Cárdenas, 2022; Cavalcanti & Carrasco, 2011; Ricra, 2018). Los insectos, es un grupo de organismos exitosos que han logrado colonizar diferentes hábitats sobre la tierra ya que han logrado desarrollar adaptaciones morfológicas y fisiológicas, no son hallados solo en los polos (Goulson, 2019; Upadhyay, 2018). Los órdenes que presentaron un mayor número de familias fueron, Diptera con 10, seguido de Trichoptera con 9. En el río Pichari, se registró un total de 51 taxones, seguido de Amargura con 44 y

Kinkoricon 30; en los que también se registró nueve, cinco y un taxón exclusivo, para los ríos mencionados, respectivamente. Es de resaltar también de la existencia de 26 taxones que son comunes en los tres sistemas lóticos, que pertenecen a siete familias de Diptera, seis de Trichoptera, cinco de Coleoptera y Ephemeroptera. En la investigación realizada a lo largo de la gradiente altitudinal por donde se desplaza el río Alto Madre de Dios (Perú), comprendida desde 398 a 2.411 m.s.n.m., se halló un total de 56 taxones dentro de los órdenes Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera, Acari, y Decapoda (Arana et al., 2021). Estos resultados que son similares a lo hallado en la presente investigación. Por otro lado, en otro trabajo de investigación en el cual se analiza los efectos del gradiente altitudinal sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del Río Chillón (Lima, Perú), evidenció que la riqueza de dicha comunidad se relaciona lineal y negativamente con la altitud; como consecuencia concluyen que la altitud es el principal factor que genera variación en la composición de la comunidad (García-Ríos et al., 2020). La altitud es un factor que agrupa un conjunto de variables ambientales, que determinan cambios en las variables físicas, químicas y biológicas en los ecosistemas acuáticos, lo cual es más notorio al compararse diferentes estratos altitudinales (Tamaris Turizo, 2018). A medida que un río circula, presenta cambios morfológicos (forma del cauce, caudal, partículas del lecho entre otros), así como en la cantidad y calidad la materia orgánica vegetal disponible (alimento) y consecuentemente cambios en las comunidades acuáticas (Vannote et al., 1980). Los sistemas fluviales que se hallan a menor altitud, como los estudiados, ubicados de 1 129 a 565 m.s.n.m., presentan una mayor diversidad (macroinvertebrados), probablemente debido a que la magnitud de las variables ambientales se hallan dentro de los rangos óptimos de muchos de sus componentes (Molles, 2006). En la quebrada Pichita que se halla en el departamento de Junín, provincia de Chanchamayo, distrito de San Ramón, se reporta la presencia de 103 géneros en 52 familias de macroinvertebrados, a altitudes que se hallan por encima de 800 m.s.n.m., la alta riqueza de géneros y familias, probablemente se deba a que sus muestreos fueron más intensivos, fueron hechos en lugares donde no se registró intervención del hombre (Sajamí

Reymundo, 2021); así mismo, en arroyos que se hallan por encima de los 4 000 m.s.n.m., la riqueza de familias y género disminuyen dramáticamente, se halló solo 26 taxones pertenecientes a 20 familias, 11 órdenes y cinco clases en dos arroyos asociados a dos bofedales (Carrasco et al., 2020); también Ricra, (2018) reporta la presencia de solo 19 géneros en 13 familias, 4 órdenes y 2 clases para ambientes lóticos asociados a dos bofedales, Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, ubicados en el departamento de Ayacucho. Como se puede apreciar la riqueza de los macroinvertebrados está claramente influenciada por factores ambientales, por la altitud debido a las condiciones ambientales que se van haciendo más restrictivas a medida que se incrementa.

En la Figura 1, se presenta las abundancias relativas promedio y la desviación típica de los componentes más importantes (25 primeros) de los macroinvertebrados registrados para los tres ríos. Se observa que Baetodes y Leptohyphes (Ephemeroptera) fueron los más abundantes con 16,9% y 15,1%, respectivamente; seguido de Cricotopus (Diptera), Anacroneuria (Plecoptera), Thraulodes (Ephemeroptera), Smicridea (Trichoptera), Macrelmis y Heterelmis (Coleoptera), con valores que van de 11,1 % a 5,4 %, que en conjunto hacen el 74,1% de la abundancia total; mientras que el resto de taxones presenta abundancias menores a 3%. Se evidencia de pocos taxones acumulan más del 50% del total de la abundancia relativa; mientras la mayoría de los componentes (53) en conjunto hacen el 50% restante. Los resultados obtenidos representan a una comunidad que no es equitativa, lo que coincide con la afirmación “las comunidades biológicas se caracterizan por presentar pocos componentes que son abundantes y muchos que no lo son” (Begon et al., 2014; Krebs, 2000)

La Figura 2, muestra las abundancias relativas de los componentes de los macroinvertebrados para los tres ríos muestreados, cuyos resultados coinciden con la Figura 1, resaltando la heterogeneidad que presentan sus componentes en cuanto a sus abundancias. *Baetodes*, *Leptohyphes*, *Cricotopus* y *Anacroneuria*, son dominantes en los tres ríos con ligeras variaciones entre ellas, en el río Pichari, y Kinkoriestos taxones representan más del 50% del total, mientras que en Amargura es un poco menor; sin embargo, las desviaciones estándar hacen ver que sus abundancias presentaron grandes variaciones en las zonas y meses de

muestreo. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 3) para comparar dichas abundancias en los tres ríos, se halló significancia estadística ($p < 0,05$) en solo nueve taxones de los 57 reportados. Los componentes de las comunidades biológicas varían sus abundancias a lo largo del tiempo (época de muestreo) y en espacios diferentes (lugares de muestreo) condicionada por variables ambientales (calidad de agua, disponibilidad de alimento, presión de los competidores, depredadores, entre otras) resaltando aquellas que involucra la calidad de agua, determinando que unos pocos taxones presenten abundancias elevadas (los más exitosos) y muchos presenten valores reducidos (Begon et al., 2014; Krebs, 2000; Moreno, 2001; Smith & Smith, 2007). También es de resaltar que, dentro de los cuatro taxones más abundantes se hallan dos géneros del orden Ephemeroptera, (*Baetodes* y *Leptohyphes*) y uno de Plecoptera (*Anacroneturia*) que son considerados como indicadores de poco alterados (Roldán-Pérez, 2016), también *Cricotopus* (Diptera) que es típico de hábitats alterados (Roldán & Ramírez, 2022), sin embargo difieren en cuanto a las zonas de muestreo donde son dominantes. Las zonas de muestreo en la presente investigación fueron ubicadas en lugares con diferentes magnitudes de alteración.

La Figura 3 muestra los promedios y la desviación estándar de la riqueza de taxones, el índice de Shannon-Weaner y Simpson, para los tres ríos estudiados. Según el número de taxones hallados por muestreo, Amargura es el que presenta los mayores valores promedios con 18,6, seguido de Pichari y Kinkori con 13 y 12,9, respectivamente. El índice de diversidad de Shannon-Weaner, asume los mayores valores promedios por muestreo en Amargura con 2,4, seguido por Kinkori y Pichari con 2; mientras que para el índice de Simpson (dominancia), los menores valores promedios son registrados en Pichari y Amargura con 0,1, mientras que Kinkori con 0,2. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 5) se halló significancia estadística ($p < 0,5$) para el número de taxones promedio y el índice de Shannon-Weaner, por lo que los ríos son diferentes en este aspecto resaltando que Amargura presentaron los mayores valores. Para el índice de Simpson no se halló significancia estadística ($p > 0,05$), por lo que los ríos son semejantes en este aspecto.

La Figura 4, muestra los valores promedios de los índices de Shannon-Weaner y Simpson para las zonas de muestreo ubicadas en el río Pichari, Kinkori y Amargura. El mayor promedio de taxones registrados por muestreo fue en la zona III (ubicado en Amargura) con 18,6, mientras que el menor fue para la zona VI (Pichari luego de la ciudad). En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaner, alcanzó un máximo de 2,35 en la zona III (Amargura), mientras que la menor que fue de 1,83, para la zona VI (Pichari). El índice de Simpson fue mayor en II (Kinkori) con un valor de 0,18, mientras que los menores valores corresponden a las zonas IV y V (Pichari) con promedios de 0,12. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 8), muestra la existencia de diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las zonas de muestreo según el número de taxones y el índice de Shannon-Weaner, mientras que son semejantes según el índice de Simpson. La riqueza a nivel de familia y género de los macroinvertebrados, esté influenciado por diferentes factores asociados principalmente a las variables ambientales del medio donde se hallan, siendo la contaminación uno de los más importantes en la actualidad (Dudgeon, 2019; Encalada et al., 2019), es por ello que los menores valores promedios del número de taxones y el índice de diversidad de Shannon-Weaner, fueron registrados en las zonas muy próximas a la ciudad de Pichari; por el contrario, los máximos valores lo presentaron las zonas más alejadas (Amargura), determinada por mejores condiciones ambientales fomentando la presencia de un mayor número de taxones. Los valores del índice de Shannon-Weaner, que van desde 2,4 para el río Amargura a 2 para los ríos Pichari y Kinkori, dicho valores reflejan una comunidad de mediana diversidad (Magurran, 2013; Moreno, 2001), dicho índice es sensible a la riqueza y a la equidad, por ello, los máximos valores hallados en Amargura son reflejo principalmente de una mayor equidad.. Por otro lado, es posible que los ríos estudiados estén afectados de alguna manera por actividades como la agricultura que, en estos últimos años se ha incrementado de intensidad, siendo constantes las aplicaciones de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) para los cultivos de coca, que se hallan presentes en cercanías de las zonas de muestreo.

En la Figura 5 se muestra los valores promedios y desviación típica de los puntajes del índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) para cada río

muestreados. Los valores van desde 68,54, como mínimo, para el río Pichari, seguido de 72,60 para el río Kinkori y de 98,50 para Amargura; así mismo en la Figura 6 se muestra los resultados para las seis zonas de muestreo, donde los mayores valores corresponden a la zona ubicada en Amargura con un promedio de 98,50, seguido de I (Pichari) con 85,11; mientras que los menores, lo presenta la zona VI (Pichari) con 61,90. La prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 7) demuestra que los ríos son significativamente diferentes ($p < 0,05$) con el río Amargura con el mayor valor promedio. Semejante resultado se halló al comparar las zonas de muestreo ($p < 0,05$) (Anexo 8), con el máximo valor para la zona III (Amargura) y la menor para VI (Pichari). Cabe señalar que el índice BMWP utilizado en este trabajo de investigación correspondió al validado y calibrado para Colombia (Roldán-Pérez, 2016), empleado para ambientes lóticos ubicados a una altitud menor de 2 000 m.s.n.m. De acuerdo a nuestros hallazgos, debemos señalar que los valores de tolerancia para las familias Limnephilidae, Pelecorhynchidae, Stratiomyidae y Dryopidae, cuya presencia fue registrada en esta investigación, no figuran, razón para su exclusión en el proceso de los cálculos. Al haberse identificados diferencias estadísticas significativas en la puntuación del índice BMWP, es indicativo de diferencias de calidad biológica de los ríos y zonas. Para complementar la información presentada en la Figura 5 y 6, en la Tabla 7 se presenta las categorizaciones de calidad y su significado basados en los puntajes BMWP, donde los tres ríos y las seis zonas de muestreo fueron catalogados en la categoría de “Aceptable”, pese a que los puntajes son estadísticamente significativos. Dicho comportamiento se debe a que los puntajes son asignados a categorías que comprende un rango de puntaje; así para puntajes menores de 15 le corresponde una calidad de “Muy crítica”, para 16 a 35 es “Crítica”, de 36 a 60 “Dudosa”, de 61 a 100 “Aceptable” y mayor a 100 como “Buena” (Roldán-Pérez, 2016). De acuerdo al significado de la categoría de “Aceptable”, se señala que presentan evidencia de contaminación, por lo que se estaría manifestando los efectos de la actividad humana, como la agricultura que se practica en las cuencas de dichos ríos, además del efecto de pequeñas aglomeraciones humanas, afecto que se maximiza por la presencia de la ciudad de Pichari. Se debe considerar que al no incluirse en los cálculos los puntajes de las familias que no están catalogadas

en BMWP/Col, es posible se haya obviado valores que pudo haber sido catalogado algunos ríos y zonas como “Buena”. En una investigación realizada en los ríos Kimbiri, Kashiroveni y San Luis, ubicados en la provincia de Kimbiri, muy cercano a Pichari, para el año 2011, fueron catalogadas como de calidad ecológica “Buena”, pese a que las zonas de muestreos se ubicaron cerca de aglomeraciones humanas (Cavalcanti & Carrasco, 2011), posiblemente se debieron a que el impacto de actividades como de la agricultura no fueron de mucha magnitud, como la que se observa en la actualidad, donde el cultivo de la *Erythroxylum coca* “coca” no solo se circunscribe a la tala, roza y quema de los lugares donde se van cultivar, sino también al empleo de agroquímicos de manera indiscriminada (Ortiz, 2018).

En la Tabla 8, se muestra los promedios y desviación estándar de algunas características físicas y químicas determinadas en las aguas de los tres ríos estudiados. Para el caso de la alcalinidad muestran valores que van desde 30 mg/L para Kinkori, hasta 40,8 mg/L para Amargura, mientras que Pichari presenta 39 mg/L. En cuanto a la dureza total, los valores promedios máximos fueron de 36,2 mg/L (Kinkori) y un mínimo de 30 mg/L (Amargura). En cloruros se halló un máximo de 1,4 mg/L para Pichari con un mínimo de 1,2 mg/L para Amargura. El pH fue máximo para Pichari con 7,9 y un mínimo de 7,6 para Kinkori. Para las características descritas, pese a las diferencias numéricas señaladas, la prueba de Kruskal-Wallis no halló significancia estadística ($P < 0.05$) (Anexo 10), lo que quiere decir que los tres ríos son semejantes en cuanto a las características físicas y químicas del agua descritas. Por otro lado, la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos totales, la turbidez y la temperatura, fueron en promedio de mayor magnitud en los ríos y zonas que tuvieron también mayor longitud de recorrido y ubicados a menor altitud, por ello el río Pichari y la zona VI, presentaron los mayores valores. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 10) se halló significancia estadística ($p < 0.05$), indicando que los ríos y zonas difieren en cuanto a los valores de las cuatro características físicas. Las propiedades físicas y químicas de las aguas de un río no son homogéneas a lo largo de su recorrido, así mismo, no son las mismas cuando se compara ríos, por más aledaños que estén. Es común hallar que los ríos muestran variaciones importantes a medida que va

circulando, influenciado por las características del suelo de donde disuelve sus componentes, que los incorpora materia en solución y suspensión, compuestos orgánicos e inorgánicos (Allan & Castillo, 2007; Encalada et al., 2019; Roldán & Ramírez, 2022). Según la clasificación de los ríos que propone Strahler (Dodds & Whiles, 2019; Lampert & Sommer, 2007), Kinkori y Amargura, al ser tributarios del río Pichari, son lo que tienen menor orden, siendo por lo tanto diferentes en cuanto a la cantidad de sólidos en suspensión (determinante de la turbidez) e iones en solución (determinante de la conductividad eléctrica).

VI. CONCLUSIONES

- a. En los ríos Pichari y sus tributarios Kinkori y Amargura se hallaron 57 taxones durante los meses de enero a mayo 2015, con 51 taxones para el río Pichari, 30 para Kinkori y 44 para Amargura. Siendo el río Pichari el que presentó el mayor número de taxones exclusivos, seguido de Amargura y Kinkori, con nueve, cinco y uno, respectivamente.
- b. Cuatro taxones son dominantes, acaparando más del 50% de la abundancia. El género *Baetodes* fue el más abundante en los tres ríos representando en promedio el 16,9%, seguido de *Leptohiphes* con el 15,1%, ambos pertenecientes al orden Ephemeroptera; mientras el tercero más abundante fue *Cricotopus* (Díptera) con el 11,1%. Se observa tendencia semejante para la abundancia por ríos.
- c. El mayor número de taxones registrados por muestreo fue para el río Amargura con un promedio de 18,6, correspondiendo también el mayor promedio para el índice de Shannon-Weaner con 2,4 bits/individ. El índice de Simpson con menor valor en promedio fue registrado para el río Pichari y Amargura con 0,1.
- d. Al aplicar el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), el mayor puntaje presentó el río Amargura con 98,5; mientras que el menor fue para Pichari con 68,54. El máximo puntaje, para las zonas de muestreo, fue para la zona III y el menor para VI, en cuanto al estado ecológico de los tres ríos son considerados en la categoría “aceptable”, sin embargo, no se incorporó a cuatro familias las cuales no determinarían con exactitud la categoría a la que pertenece.

- e. La alcalinidad total, dureza total, cloruros y pH presentan valores semejantes ($p > 0,05$) en los tres ríos. La conductividad eléctrica, turbidez y temperatura del agua fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$), con mayores valores para el río Pichari.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Los muestreos realizados fueron solo algunos meses del año y en tres ríos, por lo que se recomienda realizar investigaciones en un mayor número de ríos para determinar las características de la comunidad macroinvertebrada, lo que permitirá realizar un inventario a nivel espacial y temporal.
- b. Calibrar el índice BMWP, con la finalidad de adaptarlo a las condiciones de los ríos Pichari y otros que se hallan aledaños, con la finalidad de disponer de un medio más para determinar el estado de dichos recursos hídricos.
- c. Con fines taxonómicos, realizar estudios que permita identificar los componentes de la comunidad macroinvertebrada, para disponer de información de la biodiversidad actual con el cual comparar los resultados de futuros estudios.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, J., & Yubert, G. (2021). Estructura y composición comunitaria de Macroinvertebrados Bentónicos, como referentes de la calidad del agua— Cuenca San Alberto, Oxapampa, Perú [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4741>
- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Proposal for an evaluation protocol of the ecological quality of Andean rivers (CERA) and its use in two basins in Ecuador and Peru. *Limnetica*, 28(1), 35-64. Scopus.
- Albert, J. S., Destouni, G., Duke-Sylvester, S. M., Magurran, A. E., Oberdorff, T., Reis, R. E., Winemiller, K. O., & Ripple, W. J. (2021). Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis. *Ambio*, 50(1), 85-94. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01318-8>
- Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). *Stream Ecology: Structure and function of running waters*. Springer Science & Business Media.
- Arana, J., Tolentino, D. Á., Miranda, R., Tobes, I., Araujo-Flores, J., Carrasco-Badajoz, C., & Rayme-Chalco, C. (2021). Distribución altitudinal de macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables ambientales en un sistema fluvial amazónico (Perú). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(177), Article 177. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1436>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

<https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>

- Ayala, L. E. (2018). Comunidad macroinvertebrada y características fisicoquímicas de dos ríos del distrito de Cangallo, Ayacucho 2016—2017. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2829634>
- Bae, M.-J., & Park, Y.-S. (2016). Responses of the functional diversity of benthic macroinvertebrates to floods and droughts in small streams with different flow permanence. *Inland Waters*, 6(3), 461-475. <https://doi.org/10.1080/IW-6.3.891>
- Begon, M., Howarth, R. W., & Townsend, C. R. (2014). *Essentials of Ecology*. Wiley.
- Bellinger, E. G., & Sigeo, D. C. (2015). *Freshwater Algae: Identification, Enumeration and Use as Bioindicators*. John Wiley & Sons.
- Bertora, A., Grosman, F., Sanzano, P., & Rosso, J. J. (2022). Combined effects of urbanization and longitudinal disruptions in riparian and in-stream habitat on water quality of a prairie stream. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 423, Article 423. <https://doi.org/10.1051/kmae/2022015>
- Brack, A. (2010). *Ecología del Perú*. Bruño.
- Calderon, M. R., González, S. P., Pérez-Iglesias, J. M., & Jofré, M. B. (2022). Anthropogenic impacts on rivers: Use of multiple indicators to assess environmental quality status. *Hydrobiologia*. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10750-022-05090-6>

- Cárdenas, S. M. (2022). Macroinvertebrados acuáticos en ambientes lénticos y característica fisicoquímica del agua en bofedales de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016 [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R.-P., Ayala, Y., Arana, J., Aponte, H., Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R.-P., Ayala, Y., Arana, J., & Aponte, H. (2020a). 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>
- Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R.-P., Ayala, Y., Arana, J., Aponte, H., Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R.-P., Ayala, Y., Arana, J., & Aponte, H. (2020b). 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>
- Cavalcanti, J., & Carrasco, C. (2011). Comunidad macroinvertebrada bentónica e índices bióticos para determinar la calidad biológica en tres ríos del distrito de Kimbiri, La Convención – Cusco, 2011. Universidad Nacional de San Crsitóbal de Huamanga.
- Chang, F.-H., Lawrence, J. E., Rios-Touma, B., & Resh, V. H. (2014). Tolerance values of benthic macroinvertebrates for stream biomonitoring: Assessment of assumptions underlying scoring systems worldwide. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(4), 2135-2149. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3523-6>

- Chapman, D. V., Organization, W. H., UNESCO, & Programme, U. N. E. (1996).
Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and
water in environmental monitoring. E & FN Spon.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/41850>
- Chaux, J. P., Pimentel-Parra, G. A., Murcia-Ordoñez, B., Chaves-Moreno, L. C.,
Acosta, L. C., & Suárez, L. F. (2019). Biodiversidad de la comunidad de
macroinvertebrados acuáticos asociados al Río Fragua Chorroso y su papel
como bioindicador de calidad de agua. *Revista Facultad de Ciencias
Básicas*, 14(2), 130-137. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3222>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., &
Robledo, C. W. (2020). InfoStat versión 2020 [Software].
<http://www.infostat.com.ar>
- Díaz-Rojas, C.-A., Motta-Díaz, Á.-J., Aranguren-Riaño, N., Díaz-Rojas, C.-A.,
Motta-Díaz, Á.-J., & Aranguren-Riaño, N. (2020). Estudio de la
diversidad taxonómica y funcional de los macroinvertebrados en un río de
montaña Andino. *Revista de Biología Tropical*, 68, 132-149.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44345>
- Dodds, W., & Whiles, M. (2019). *Freshwater Ecology: Concepts and
Environmental Applications of Limnology*. Academic Press.
- Domínguez, E. & Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos
Sudamericanos. Sistemática y Biología*. Editorial Fundación Miguel Lillo.
Tucumán, Argentina.

- Dudgeon, D. (2019). Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene. *Current Biology*, 29(19), R960-R967. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.002>
- 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.
- Francis, R. A. (2012). Positioning urban rivers within urban ecology. *Urban Ecosystems*, 15(2), 285-291. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0227-6>
- Francis, R. A. (2014). Urban rivers: Novel ecosystems, new challenges. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 1(1), 19-29. Scopus. <https://doi.org/10.1002/wat2.1007>
- García-Ríos, R., Moi, D. A., & Peláez, O. E. (2020). Efectos del gradiente altitudinal sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en dos períodos hidrológicos en un río altoandino neotropical. *Ecología austral*, 30(1), 33-44.
- Goulson, D. (2019). The insect apocalypse, and why it matters. *Current Biology*, 29(19), R967-R971. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.06.069>
- Guzmán, M. J., & Soto, C. G. (2022). Variación estructural de familias de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad de agua en quebradas asociadas a cultivos de café y ganadería vacuna en el sector de

- La Tagua, Sierra Nevada de Santa Marta. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 46(178), Article 178. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1577>
- Hamada, N., Thorp, J. H., & Rogers, D. C. (2018). Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Volume 3: Keys to Neotropical Hexapoda. Elsevier Science.
- Hammer, Ø., & Harper, D. A. T. (2022). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (4.11) [Software]. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Hernández, R. H. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana.
- Jacobsen, D., & Dangles, O. (2012). Environmental harshness and global richness patterns in glacier-fed streams. *Global Ecology and Biogeography*, 21(6), 647-656. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00699.x>
- Krebs, C. J. (2000). Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Harla.
- Lampert, W., & Sommer, U. (2007). Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams. OUP Oxford.
- Magurran, A. E. (2013). Measuring Biological Diversity. John Wiley & Sons.
- Margalef, R. (1993). Teoría de los sistemas ecológicos. Edicions Universitat Barcelona.
- Molles, M. C. (2006). Ecología: Conceptos y aplicaciones. McGraw Hill Education, McGraw-Hill Interamericana.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. SEA.

- Oyague-Passuni, E. (2009). Discusión sobre el número de unidades muestrales y tamaño de unidad muestral para la estimación de valores de densidad de macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos. *Ecología Aplicada*, 8(1-2), 61-70.
- 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. Universidad de Barcelona.
- Ramírez, A. (1999). *Ecología aplicada: Diseño y análisis estadístico*. U. Jorge Tadeo Lozano.
- Ricra, E. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos y su relación con las características fisicoquímicas del agua de ambientes lóticos asociados a dos bofedales en la localidad de Apacheta, Paras, Cangallo, Ayacucho 2016 – 2017 [Tesis de licenciatura]*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Ríos-Touma, B., Cuesta, F., Rázuri-Gonzales, E., Holzenthal, R., Tapia, A., & Calderón-Loor, M. (2022). Elevational biodiversity gradients in the Neotropics: Perspectives from freshwater caddisflies (Insecta: Trichoptera). *PLOS ONE*, 17(8), e0272229. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272229>
- Roldan, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Pama Editores Ltda.
- 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. (2022). Fundamentos de limnología neotropical (3ra ed.). Gente Nueva.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: Cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274.
<https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Ruiz-Picos, R. A., Sedeño-Díaz, J. E., López-López, E., Ruiz-Picos, R. A., Sedeño-Díaz, J. E., & López-López, E. (2017). Calibrating and Validating the Biomonitoring Working Party (BMWP) Index for the Bioassessment of Water Quality in Neotropical Streams. En *Water Quality*. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/66221>
- Sajamí Reymundo, J. I. (2021). Influencia de la variación espacial y temporal sobre las métricas de bioindicación usando macroinvertebrados acuáticos en Bosque Montano de Yunga, Junín, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17016>
- Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecología*. Pearson Educación.
- SUNASS. (1997). *Manual de procedimientos de análisis de agua*. (1). Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- Tamaris Turizo, C. E. (2018). Relaciones tróficas de macroinvertebrados acuáticos en un río tropical de la Sierra Nevada de Santa Marta.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63803>
- Tundisi, J. G., & Tundisi, T. M. (2012). *Limnology*. CRC Press.

Tyler, G. (2006). *Essentials of Ecology*. Thomson, Brooks/Cole.

Upadhyay, S. (2018). *Insect Ecology* (9.^a edición).

<https://web.p.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fMTkzNDU4NV9fQU41?sid=1cd3cc7a-2a84-482a-9887-a7ad0bda7bfb@redis&vid=12&format=EB&rid=2>

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E.

(1980). The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 130-137. <https://doi.org/10.1139/f80-017>

Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Gulf Professional Publishing.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de la prueba de KolmogorovSmirnov para determinar el tipo de distribución de las abundancias de los taxones de la comunidad macroinvertebrada bentónica, río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

Taxones	Parámetros normales ^{a,b}		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asin. (bilateral) ^c
	Media	Desv. Desviación	Absoluta	Positivo	Negativo		
Baetodes	26.02	34.218	0.224	0.208	-0.224	0.224	0.000
Camelobaetidius	6.53	12.885	0.306	0.293	-0.306	0.306	0.000
Movabaetis	4.78	13.315	0.360	0.345	-0.360	0.360	0.000
Leptohvphes	22.00	29.122	0.256	0.256	-0.225	0.256	0.000
Thraulodes	10.12	11.364	0.187	0.181	-0.187	0.187	0.000
Lachlania	0.37	2.735	0.520	0.520	-0.446	0.520	0.000
Coenagrionidae	0.03	0.183	0.540	0.540	-0.426	0.540	0.000
Gomphidae	0.05	0.289	0.536	0.536	-0.430	0.536	0.000
Libellulidae	0.08	0.385	0.536	0.536	-0.413	0.536	0.000
Anacroneuria	12.64	15.335	0.205	0.193	-0.205	0.205	0.000
Ambrvsus	0.02	0.130	0.535	0.535	-0.448	0.535	0.000
Limnocois	0.81	2.121	0.361	0.361	-0.351	0.361	0.000
Corvdalus	2.95	4.187	0.268	0.268	-0.241	0.268	0.000
Banvallarea	0.03	0.183	0.540	0.540	-0.426	0.540	0.000
Phylloicus	0.15	0.925	0.515	0.515	-0.435	0.515	0.000
Culoptila	0.15	0.715	0.517	0.517	-0.415	0.517	0.000
Heliconsvche	0.14	0.601	0.522	0.522	-0.411	0.522	0.000
Atosvche	0.71	1.439	0.351	0.351	-0.310	0.351	0.000
Leptonema	1.34	2.426	0.301	0.301	-0.290	0.301	0.000
Smicridea	6.71	9.814	0.247	0.217	-0.247	0.247	0.000
Ochrotrichia	0.03	0.260	0.535	0.535	-0.448	0.535	0.000
Grumichella	0.80	2.709	0.384	0.368	-0.384	0.384	0.000
Nectosvche	0.92	1.430	0.366	0.366	-0.261	0.366	0.000
Antarctoeicia	0.05	0.222	0.540	0.540	-0.409	0.540	0.000
Marilia	0.58	1.037	0.406	0.406	-0.289	0.406	0.000
Nvmphulinae	0.12	0.560	0.516	0.516	-0.416	0.516	0.000
Limonicola1	0.05	0.391	0.535	0.535	-0.448	0.535	0.000
Limonicola2	0.03	0.183	0.540	0.540	-0.426	0.540	0.000
Probezzia	0.05	0.222	0.540	0.540	-0.409	0.540	0.000
Chironomidae1	0.15	1.172	0.535	0.535	-0.448	0.535	0.000
Chironomidae2	0.03	0.260	0.535	0.535	-0.448	0.535	0.000
Chironomidae3	0.25	1.515	0.533	0.533	-0.433	0.533	0.000
Chironomidae4	0.08	0.337	0.532	0.532	-0.401	0.532	0.000
Cricotenus	16.44	28.972	0.285	0.255	-0.285	0.285	0.000
Olivieriella	0.47	2.071	0.540	0.540	-0.409	0.540	0.000
Pentaneura	0.53	2.168	0.443	0.443	-0.404	0.443	0.000
Rheotantarsus	0.59	2.567	0.524	0.524	-0.409	0.524	0.000
Chelifera	0.17	0.461	0.508	0.508	-0.356	0.508	0.000
Hemerodromia	0.39	0.910	0.462	0.462	-0.334	0.462	0.000
Limnophora	0.03	0.260	0.535	0.535	-0.448	0.535	0.000
Pelecorhynchid	0.03	0.183	0.540	0.540	-0.426	0.540	0.000
Maruina	0.07	0.314	0.535	0.535	-0.415	0.535	0.000
Gigantodax	3.44	8.046	0.334	0.286	-0.334	0.334	0.000
Stratiomidae	0.05	0.222	0.540	0.540	-0.409	0.540	0.000
Tipulidae1	0.49	1.135	0.396	0.396	-0.333	0.396	0.000
Tipulidae2	0.32	0.819	0.467	0.467	-0.347	0.467	0.000
Tipulidae3	0.24	0.597	0.485	0.485	-0.346	0.485	0.000
Pelonomus	0.31	1.316	0.507	0.507	-0.408	0.507	0.000
Cvloeus	0.19	0.541	0.499	0.499	-0.365	0.499	0.000
Heterelmis	4.78	6.212	0.245	0.245	-0.221	0.245	0.000
Macrelmis	4.34	6.562	0.256	0.256	-0.254	0.256	0.000
Phanocerus	0.08	0.337	0.532	0.532	-0.401	0.532	0.000
Berosus	0.19	1.306	0.523	0.523	-0.443	0.523	0.000
Lutrochidae	0.51	2.508	0.445	0.445	-0.420	0.445	0.000
Psephenos	0.20	0.689	0.497	0.497	-0.384	0.497	0.000
Anchvtarsus	0.31	1.277	0.493	0.493	-0.406	0.493	0.000
Staphylinidae	0.03	0.183	0.540	0.540	-0.426	0.540	0.000

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

Anexo 2. Abundancias relativas promedio y desviación estándar de los taxones de la comunidad macroinvertebrada bentónica, río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Taxones	n°	Media	Desviación estándar
Baetodes	60	16.86	12.86
Camelobaetidius	60	3.00	4.26
Movabaetis	60	1.60	2.99
Lentohvphes	60	15.06	11.76
Thraulodes	60	8.71	6.88
Tachlania	60	0.12	0.86
Coenaorionidae	60	0.02	0.14
Gomphidae	60	0.16	0.86
Libellulidae	60	0.08	0.38
Anacroneuria	60	10.56	8.27
Ambrvsus	60	0.28	2.17
Limnocois	60	0.61	1.44
Corvdalus	60	2.55	3.32
Banvallarea	60	0.02	0.11
Phylloicus	60	0.07	0.40
Culontila	60	0.09	0.43
Helicovsche	60	0.07	0.25
Atovsvche	60	0.41	0.86
Lentonema	60	0.96	2.04
Smicridea	60	5.91	5.75
Ochrotrichia	60	0.18	1.37
Grumichella	60	1.03	4.47
Nectovsvche	60	0.87	2.20
Antarctoezia	60	0.03	0.15
Marilia	60	0.97	3.87
Nymphulinae	60	0.03	0.16
Limnicola1	60	0.03	0.26
Limnicola2	60	0.09	0.69
Prohezzia	60	0.03	0.17
Chironomidae1	60	0.04	0.30
Chironomidae2	60	0.01	0.07
Chironomidae3	60	0.08	0.47
Chironomidae4	60	0.03	0.11
Cricotomus	60	11.12	11.14
Olivieriella	60	0.21	1.04
Pentaneura	60	0.18	0.69
Rheotantarsus	60	0.20	1.01
Chelifera	60	0.06	0.19
Hemerodromia	60	0.24	0.61
Limnophora	60	0.01	0.05
Pelecophychidae	60	0.18	1.12
Martina	60	0.02	0.08
Giantodax	60	2.20	4.28
Stratiomyidae	60	0.61	4.34
Timulidae1	60	0.40	1.28
Timulidae2	60	0.30	0.73
Timulidae3	60	0.94	3.21
Pelonomus	60	0.12	0.57
Cyloenus	60	0.20	0.62
Heterelmis	60	5.37	7.19
Macrelmis	60	5.78	7.59
Phanocerus	60	0.06	0.25
Berosus	60	0.08	0.54
Lutrochidae	60	0.43	1.76
Psephenops	60	0.39	1.54
Anchvtarsus	60	0.30	1.21
Staphylinidae	60	0.05	0.34

Anexo 3. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis que compara las abundancias relativas de los taxones de la comunidad macroinvertebrada bentónica en tres ríos (río Pichari, Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Estadísticos de prueba^{a,b}

Taxones	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Baetidae	3,428	2	0,180
Leptohyphidae	0,668	2	0,716
Leptophlebiidae	2,638	2	0,267
Oligoneuriidae	1,043	2	0,594
Coenagrionidae	9,972	2	0,007
Gomphidae	1,661	2	0,436
Libellulidae	5,440	2	0,066
Perlidae	2,780	2	0,249
Naucoridae	6,480	2	0,039
Corydalidae	2,632	2	0,268
Calamoceratidae	7,542	2	0,023
Glossosomatidae	0,967	2	0,617
Helicopsychidae	20,640	2	0,000
Hydrobiosidae	3,850	2	0,146
Hydropsychidae	5,648	2	0,059
Hydroptilidae	0,513	2	0,774
Leptoceridae	12,392	2	0,002
Limnephilidae	1,019	2	0,601
Odontoceridae	3,410	2	0,182
Crambidae	0,914	2	0,633
Blephariceridae	1,088	2	0,580
Ceratopogonidae	1,593	2	0,451
Chironomidae	3,638	2	0,162
Empididae	1,072	2	0,585
Muscidae	0,513	2	0,774
Pelecorhynchidae	1,044	2	0,593
Psychodidae	1,592	2	0,451
Simuliidae	14,237	2	0,001
Stratiomyidae	1,019	2	0,601
Tipulidae	0,222	2	0,895
Dryopidae	2,747	2	0,253
Elmidae	11,021	2	0,004
Hydrophilidae	1,813	2	0,404
Lutrochidae	7,585	2	0,023
Psephenidae	0,138	2	0,933
Ptilodactylidae	6,256	2	0,044
Staphylinidae	1,736	2	0,420

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Río

Anexo 4. Resultado de la prueba de KolmogorovSmirnov para determinar el tipo de distribución para los índices de diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica, río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

Índices	N	Parámetros normales ^{a,b}		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asin. (bilateral) ^c
		Media	Desv. Estand.	Absoluta	Positivo	Negativo		
Taxones (n°)	59	13,915	5,8111	0,073	0,072	-0,073	0,073	0,200 ^d
Ind. Shannon-Weaner	59	2,0515	0,31080	0,116	0,076	-0,116	0,116	0,045
Ind. Simpson	59	0,1458	0,06268	0,100	0,100	-0,068	0,100	0,200 ^d

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

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

Anexo 5. Promedio y desviación estándar de los índices de diversidad y BMWP basado en la comunidad macroinvertebrada bentónica, río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Índices	Río					
	Pichari		Kinkori		Amargura	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
Ind. Shannon-Weaner	1,99	0,30	1,98	0,27	2,35	0,25
Ind. Simpson	0,14	0,07	0,18	0,06	0,13	0,04
Taxones (n°)	13,0	6,0	12,9	5,0	18,6	3,5
Indice BMWP	68,54	27,40	72,60	17,08	98,50	14,18

Anexo 6. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis que compara los índices de diversidad y puntaje del índice BMWP para los ríos Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	H de Kruskal- Wallis	gl	Sig. asin.
Taxones (n°)	8,791	2	0,012
Ind. Shannon-Weaner	10,350	2	0,006
Ind. Simpson	3,626	2	0,163
Indice BMWP	10,765	2	0,005

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Río

Anexo 7. Promedio y desviación estándar de los índices de diversidad y BMWPbasado en la comunidad macroinvertebrada bentónica en seis zonas de muestreo ubicadas en el río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Índices	Zonas de muestreo											
	I		II		III		IV		V		VI	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
Ind. Shannon-Weaner	2,06	0,13	1,98	0,27	2,35	0,25	2,06	0,25	2,03	0,41	1,83	0,28
Ind. Simpson	0,17	0,06	0,18	0,06	0,13	0,04	0,12	0,04	0,12	0,06	0,16	0,09
Taxones (n°)	16,2	5,2	12,9	5,0	18,6	3,5	12,0	5,2	13,0	7,4	11,0	5,5
Indice BMWP	85,11	21,46	72,60	17,08	98,50	14,18	64,10	21,30	64,70	33,85	61,90	28,26

Anexo 8. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis que compara los índices de diversidad y el índice BMWP basado en comunidad macroinvertebrada bentónica para seis zonas de muestreo ubicados en los ríos Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Estadísticos de prueba^{a,b}

Índices	H de Kruskal- Wallis	gl	Sig. asin.
Taxones (n°)	12,944	5	0,024
Ind. Shannon-Weaner	14,943	5	0,011
Ind. Simpson	8,382	5	0,136
Indice BMWP	15,644	5	0,008

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 9. Resultado de la prueba de KolmogorovSmirnov para determinar el tipo de distribución para las características físicas y químicas del agua del río Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Alcalinidad (mgLCaCO ₃)	0,148	30	0,092	0,948	30	0,150
Dureza total (mgLCaCO ₃)	0,163	30	0,041	0,960	30	0,302
Dureza cálcica (mgLCa)	0,200	30	0,003	0,863	30	0,001
Dureza magnésica (mgLMg)	0,184	30	0,011	0,896	30	0,007
Cloruros (mgCIL)	0,196	30	0,005	0,828	30	0,000
Conductividad eléctrica (μS/cm)	0,203	30	0,003	0,757	30	0,000
pH	0,158	30	0,053	0,938	30	0,079
STD (ppm)	0,328	30	0,000	0,608	30	0,000
Turbidez (NTU)	0,374	30	0,000	0,430	30	0,000
Temperatura (°C)	0,311	30	0,000	0,710	30	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 10. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis que compara las características físicas y químicas de las aguas de los ríos Pichari y dos tributarios (Kinkori y Amargura), La Convención, Cusco 2015.

Estadísticos de prueba^{a,b}

Características físicas y químicas	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Alcalinidad (mgLCaCO ₃)	5,463	2	0,065
Dureza total (mgLCaCO ₃)	1,904	2	0,386
Dureza cálcica (mgLCa)	5,720	2	0,057
Dureza magnésica (mgLMg)	1,586	2	0,452
Cloruros (mgCIL)	0,185	2	0,911
Conductividad eléctrica (μS/cm)	9,551	2	0,008
pH	1,344	2	0,511
STD (ppm)	11,883	2	0,003
Turbidez (NTU)	13,223	2	0,001
Temperatura (°C)	13,347	2	0,001

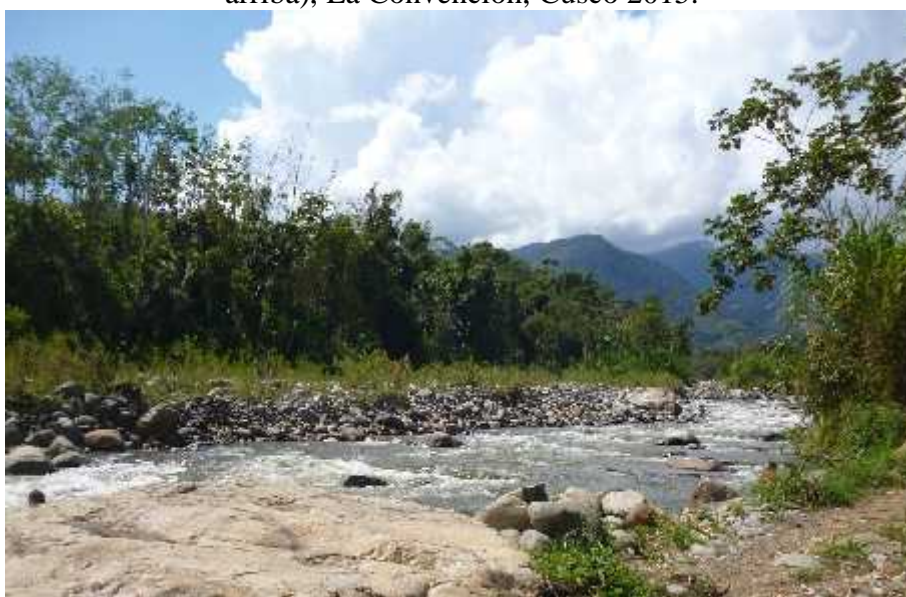
a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Río

Anexo 11. Registro fotográfico del proceso de toma de muestras en los ríos Pichari, Kinkori y Amargura, La Convención, Cusco 2015.



Vista panorámica de las zonas de muestreo que corresponde al río Pichari (río arriba), La Convención, Cusco 2015.



Vista panorámica de las zonas de muestreo que corresponde al río Pichari, La Convención, Cusco 2015.



Toma de muestra de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Pichari,
La Convención, Cusco 2015.



Toma de muestra de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río
Amargura, La Convención, Cusco 2015.



Vista panorámica de las zonas de muestreo que corresponde al río Kinkori, La Convención, Cusco 2015.



Toma de muestra de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Kinkori, La Convención, Cusco 2015.

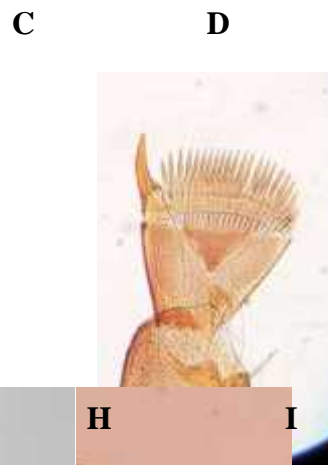
Anexo 12. Registro fotográfico del proceso de análisis de muestras (macroinvertebrados y agua) en el Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG)



Proceso de análisis fisicoquímico de muestras de agua en el laboratorio de análisis físico y químico de la PTAP - Pichari



Proceso de separación e identificación de las muestras de macroinvertebrados bentónicos



E

F

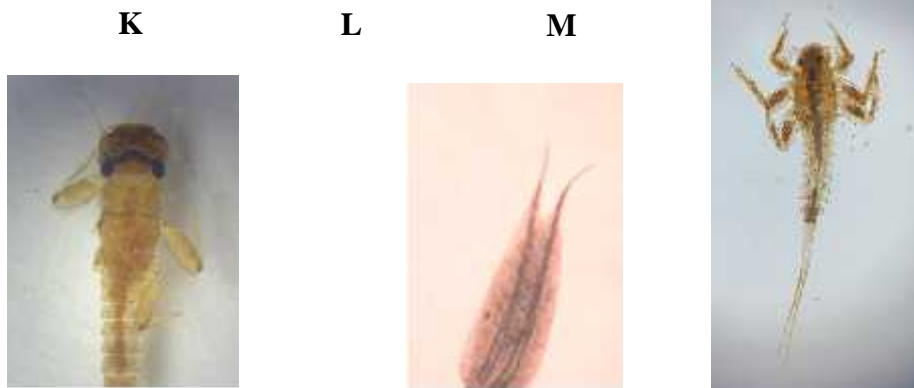


H



J

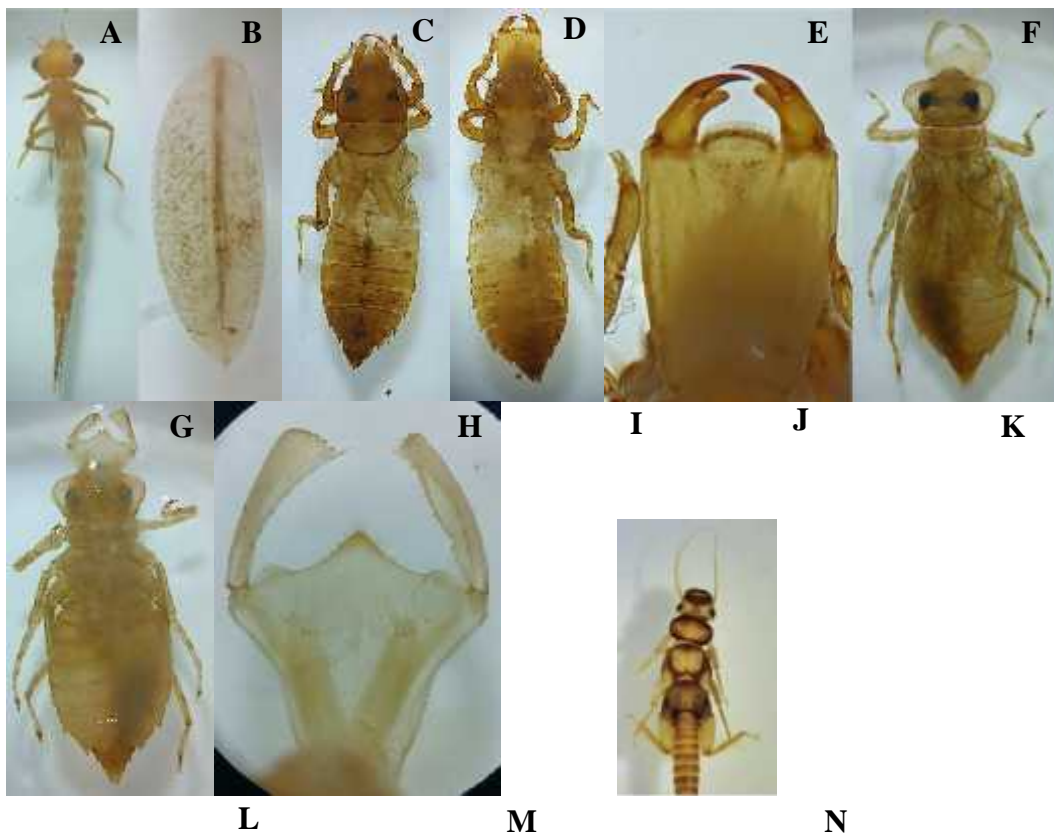




Características taxonómicas del orden Ephemeroptera, río Pichari, La Convención, Cusco 2015.*

Familia Baetidae. Género *Baetodessp.*: A, larva. Género *Camelobaetidiussp.*: B, larva. C, uña tarsal; Género *Moyabaetissp.*: D, larva. E, branquias. F, uña tarsal. G, labro. H, antena. Familia Leptohiphidae. Género *Leptohiphessp.*: I, larva. J, fémur. Familia Leptophlebiidae: Género *Thraulodessp.*: K, larva. L, branquias. Familia Oligoneuriidae: Género *Lachlaniasp.*: M, larva.

* Identificados con las claves taxonómicas de Roldan, (1996) y Domínguez y Fernández, (2011)





Características taxonómicas del orden Odonata, Plecóptera y Hemiptera, río

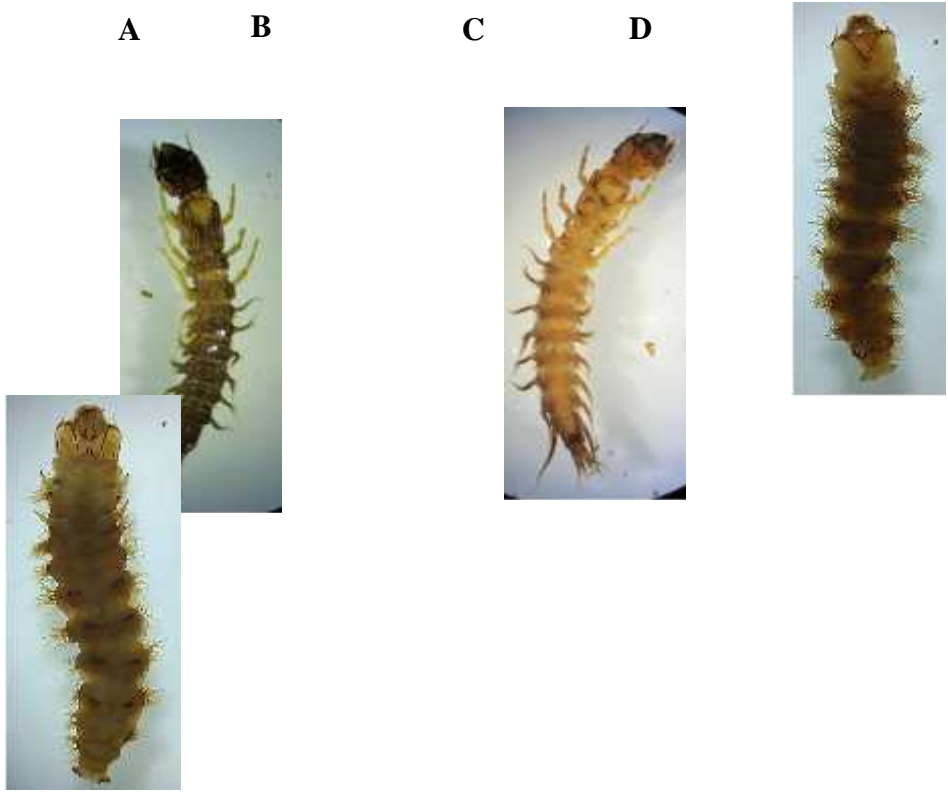
Pichari, La Convención, Cusco 2015.*

Familia Coenagrionidae: A, vista dorsal. B, branquia caudal. Familia Gomphidae: C, vista dorsal. D, vista ventral. E, labium. Familia Libellulidae: F, vista dorsal. G, vista ventral. H, labium.

Familia Perlidae: Género *Anacroneuria* sp.: I, vista dorsal. J, vista ventral. K, branquias torácicas.

Familia Naucoridae: Género *Ambrysus* sp.: L, adulto. Género *Limnocoressis* sp.: M, vista dorsal. N, vista ventral.

* Identificados con las claves taxonómicas de Roldan, (1996) y Domínguez y Fernández, (2011)



Características taxonómicas del orden Megaloptera y Lepidóptera, río Pichari, La Convención, Cusco 2015.*

Familia Corydalidae: Género *Corydalus* sp.: A, vista dorsal. B, vista ventral.
Familia Crambidae: C, vista dorsal. D, vista ventral.

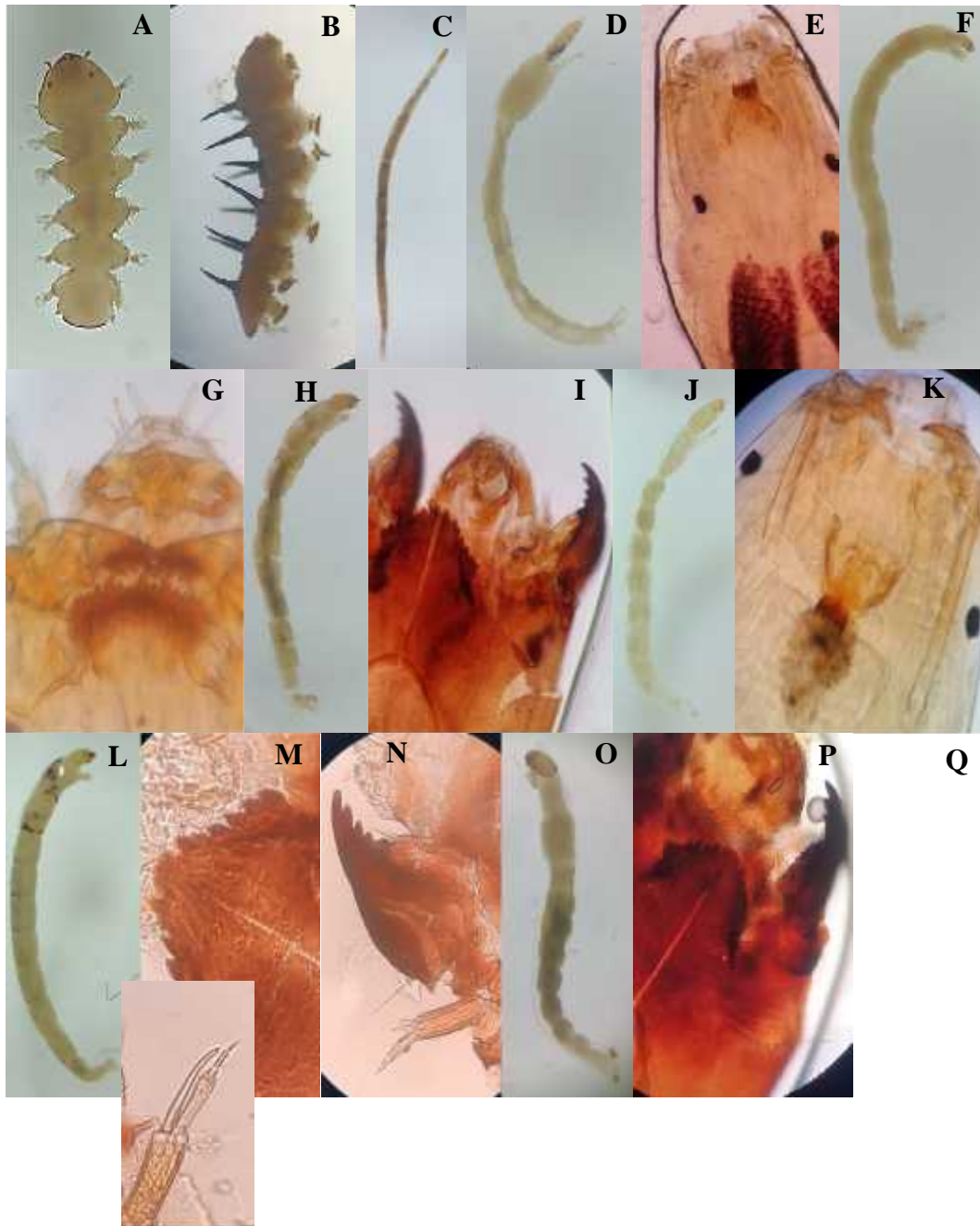
* Identificados con las claves taxonómicas de Roldan, (1996) y Domínguez y Fernández, (2011)



Características taxonómicas del orden Trichoptera, río Pichari, La Convención, Cusco 2015.*

Familia Calamoceratidae: Género *Banyallargasp.*: A, larva. Género *Phylloicussp.*: B, larva. Familia Glossosomatidae: Género *Culopilasp.*: C, larva. Familia Helicopsychidae: Género *Helicopsychesp.*: D, larva. Género *Leptonemasp.*: E, larva. Género *Smicrideasp.*: F, larva. Familia Hydrobiosidae: Género *Atopsychesp.*: G, larva. Familia Hydroptilidae: Género *Ochrotrichiasp.*: H, larva. I, case. Familia Leptoceridae: Género *Grumichellasp.*: J, larva. Género *Nectopsychesp.*: K, larva. Familia Limnephilidae: Género *Antarctoeciasp.*: L, larva. M, case. Familia Odontoceridae: Género *Mariliasp.*: N, larva. O, case.

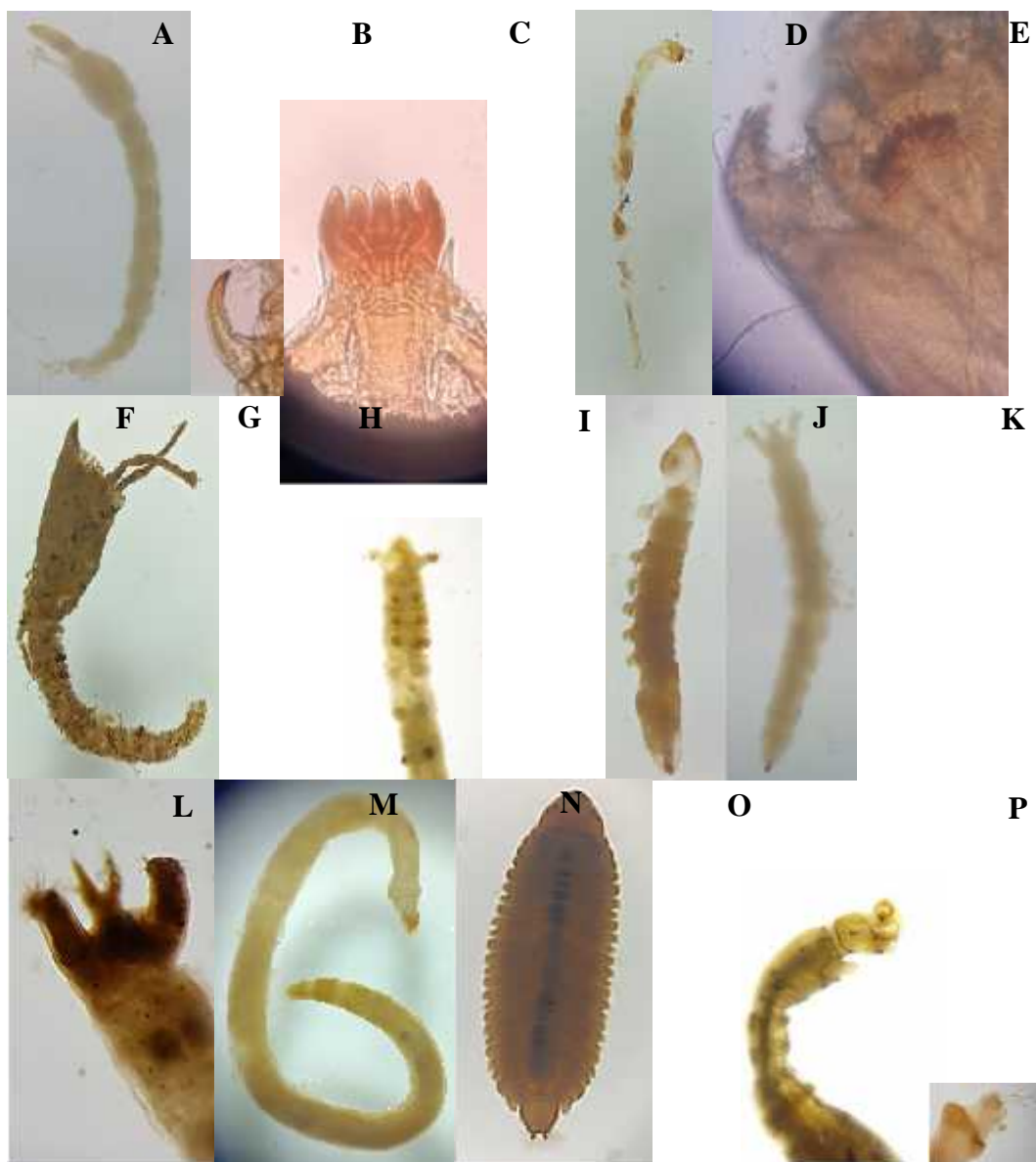
* Identificados con las claves taxonómicas de Roldan, (1996) y Domínguez y Fernández, (2011)



Características taxonómicas del orden Díptera, río Pichari, La Convención, Cusco
2015.*

Familia Blepharoceridae: Género *Limonicolasp.* 1: A, larva. Género *Limonicolasp.* 2: B, larva. Familia Ceratopogonidae: Género *Probezziasp.*: C, larva. Familia Chironomidae: Género *Chironomidaesp.* 1: D, larva. E, Cabeza. Género *Chironomidaesp.* 2: F, larva. G, Cabeza. Género *Chironomidaesp.* 3: H, larva. I, Cabeza. Género *Chironomidaesp.* 4: J, larva. K, Cabeza. Género *Cricotopussp.*: L, larva. M, mentón. N, mandíbula y antena. Género *Olivieriellasp.*: O, larva. P, mentón y mandíbula. Q, antena.

* Identificados con las claves taxonómicas de Roldan, (1996), Domínguez y Fernández, (2011) y Prat, (2011).

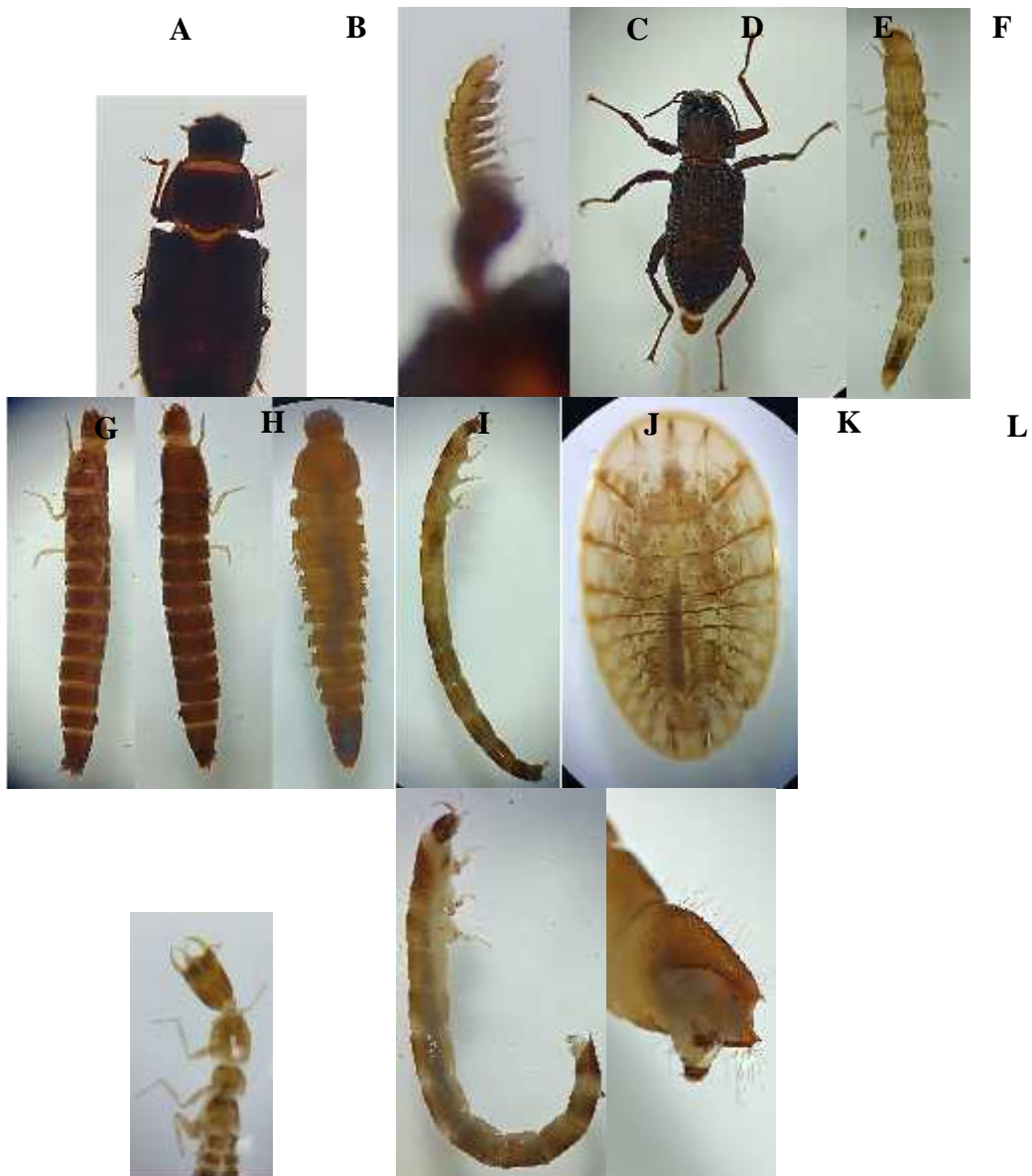




Características taxonómicas del orden Díptera, río Pichari, La Convención, Cusco
2015.*

Familia Chironomidae: Género *Pentaneurasp.*: A, larva. B, lígula y mandíbula. Género *Rheotanytarsussp.*: C, larva. D, mentón y mandíbula. E, estuche larvario. Familia Empididae: Género *Cheliferasp.*: F, larva. G, vista lateral. Género *Hemerodromiasp.*: H, larva. I, segmento abdominal terminal. Familia Muscidae: Género *Limnophorasp.*: K, larva. Familia Psychodidae: Género *Maruinasp.*: K, larva. Familia Simuliidae: Género *Gigantodaxsp.*: L, larva. Familia Stratiomyidae: Género *Stratiomyidaesp.*: M, larva. Familia Tipulidae: Género *Tipulidaesp. 1*: N, larva. Género *Tipulidaesp. 2*: O, larva. Género *Tipulidaesp. 3*: P, larva.

* Identificados con las claves taxonómicas de Roldan, (1996), Domínguez y Fernández, (2011) y Prat, (2011).

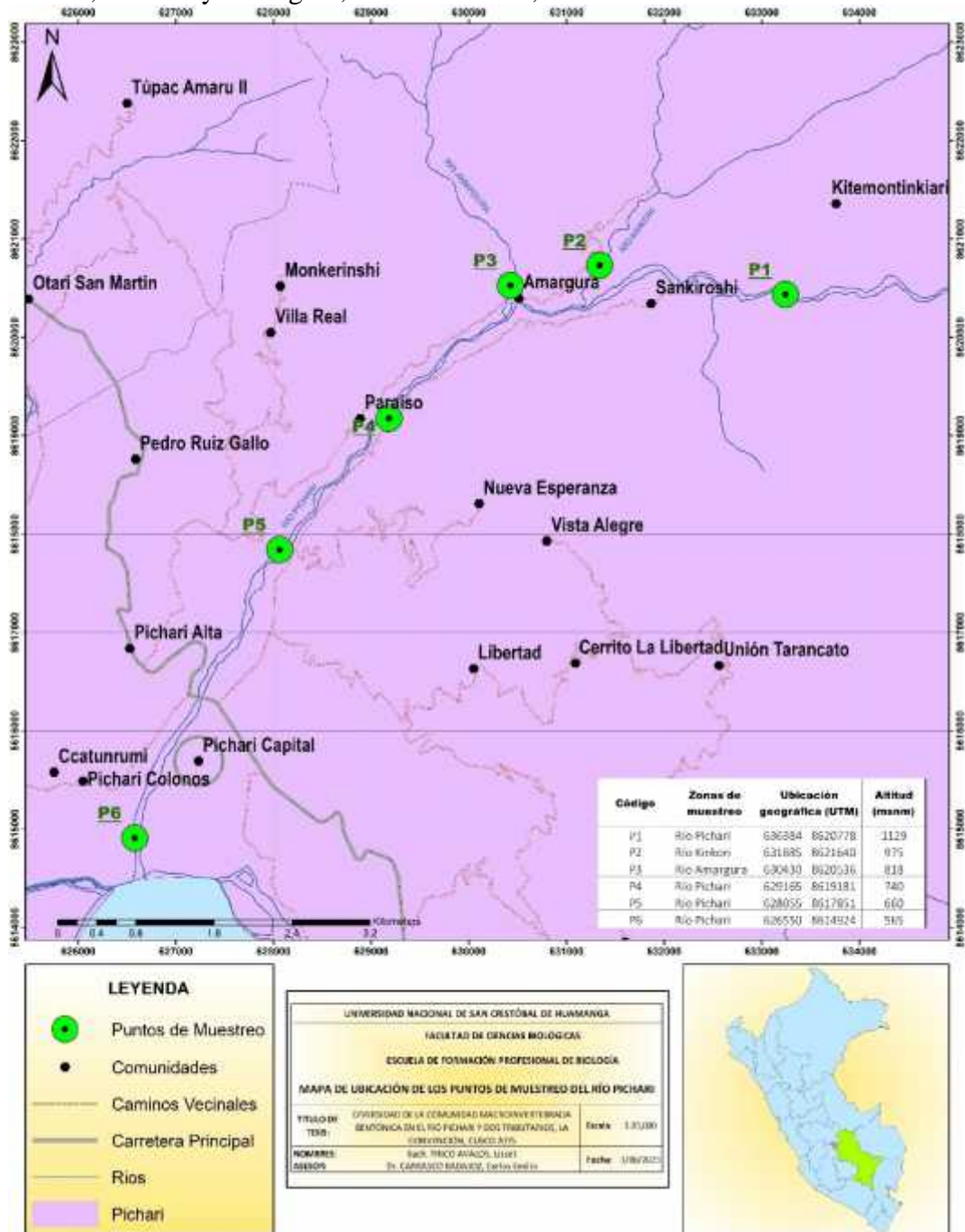


Características taxonómicas del orden Coleóptera, río Pichari, La Convención,
Cusco 2015.*

Familia Dryopidae: Género *Pelonomus* sp.: A, adulto. B, antena. Familia Elmidae: Género *Cylloepus* sp.: C, adulto. Género *Heterelmis* sp.: D, larva. Género *Macrelmis* sp.: E, vista ventral. F, vista ventral. Género *Phanocerus* sp.: G, larva. Familia Lutrochidae: Género *Lutrochida* sp.: H, larva. Familia Psephenidae: Género *Psephenida* sp.: I, larva.

* Identificados con las claves taxonómicas de Roldan, (1996) y Domínguez y Fernández, (2011)

Anexo 13. Mapa de ubicación de las seis zonas de muestreo ubicados en los ríos Pichari, Kinkori y Amargura, La Convención, Cusco 2015.



**Anexo 14.
Matriz de consistencia**

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
Diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Pichari y dos tributarios, La Convención, Cusco 2015.	¿Cuál es la diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica en cuatro zonas de muestreo y dos tributarios del río Pichari, La Convención, Cusco, durante los meses de enero a mayo del año 2015?	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar la diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica del río Pichari, durante los meses de enero a mayo del 2015.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>a. Determinar la composición de la comunidad macroinvertebrada bentónica presentes en el río Pichari y dos tributarios.</p> <p>b. Determinar la abundancia de la comunidad macroinvertebrada bentónica presentes en el río Pichari y sus dos tributarios.</p> <p>c. Determinar los índices de diversidad (Shannon-Weaner y Simpson) de la comunidad macroinvertebrada bentónica del río Pichari y dos tributarios.</p> <p>d. Determinar el índice BiologicalMonitoringWorkingParty (BMWP) basado en la comunidad de macroinvertebrado bentónico presentes en el río Pichari y dos tributarios.</p> <p>e. Determinar las características físicas y químicas (alcalinidad total, cloruros, conductividad, dureza cálcica, dureza magnésica, dureza total, pH, sólidos disueltos totales, temperatura y nitrógeno amoniacal) de las aguas del río Pichari.</p>	<p>Antecedentes Generales</p> <p>Los ríos</p> <p>Los macroinvertebrados Bentónicos</p> <p>-Macroinvertebrados Como Indicadores de la calidad de Agua</p> <p>-Diversidad Biológica</p> <p>-Sistemas De Bioindicacion</p> <p>-Ventajas y Desventajas De Los Diferentes Grupos De Organismos Acuáticos Como Indicadores De La Calidad De Agua</p> <p>-Características De Un Bioindicador</p> <p>-Índices Para Estimar La Calidad Biológica Del Agua</p> <p>-Índices De Diversidad</p> <p>-Características Físicas y químicas</p> <p>-Estándares Nacionales De Calidad Ambiental Para El Agua</p>	<p>Comunidad macroinvertebrada bentónica</p> <p>Indicador: -Composición (especie/género) -Abundancia (número de individuos) -Diversidad (Shannon-Weaner, Simpson) -BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)</p> <p>Características físicas y química del agua</p> <p>-pH -Dureza total -Dureza cálcica -Dureza magnésica -Alcalinidad total -Nitrógeno amoniacal -Conductividad -STD</p>	<p>INVESTIGACIÓN Básica</p> <p>TIPO DE ESTUDIO Descriptivo</p> <p>MUESTREO Aleatorio</p> <p>TÉCNICAS Observación Determinación Identificación</p> <p>INSTRUMENTOS Microscopio Estereoscopio Claves taxonómicas</p>

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. Lisset TINCO AVALOS****RESOLUCIÓN DECANAL Nº 132-2023-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del veintiuno de julio del año dos mil veintitrés; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ, encargado con memorando Nº 124-2023-UNSCH(IN)-FCB; MS. Elmer Alcides AVALOS PÉREZ (Miembro-Jurado); Mg. Walter Wilfredo OCHOA YUPANQUI (Miembro-Jurado); Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ (Miembro – Asesor); actuando como secretario docente el Mg. Percy COLOS GALINDO; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **“Diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Pichari y dos tributarios, La Convención, Cusco 2015”**; presentado por la Bach. **Lisset TINCO AVALOS**; el Presidente (e) 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 (e) invitó a cada uno de los Miembros Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente (e) 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/preguntas	Promedio
MS. Elmer Alcides AVALOS PÉREZ	15	14	15
Mg. Walter Wilfredo OCHOA YUPANQUI	15	14	15
PROMEDIO			15


La sustentante alcanzó el promedio de 15 aprobatorio. Acto seguido, el presidente (e) 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 las cinco y cuarenta de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ
Presidente (e)


MS. Elmer Alcides AVALOS PÉREZ
Miembro - Jurado


Mg. Walter Wilfredo OCHOA YUPANQUI
Miembro – Jurado


Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ
Miembro – Asesor


Mg. Percy COLOS GALINDO
Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 11-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, 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: **Diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Pichari y dos tributarios, La Convención, Cusco 2015 por LISSET TINCO AVALOS**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 15%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario Nº 039-2021-UNSC-C.

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

Ayacucho, 16 de enero de 2024.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


Dr. Víctor Luis Cárdenas López
DIRECTOR

Diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Pichari y dos tributarios, La Convención, Cusco 2015

por LISSET TINCO AVALOS

Fecha de entrega: 16-ene-2024 11:23a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2271943312

Nombre del archivo: 1C_TINCO-AVALOS-Lisset-pregrado-2023_TURNITIN_1.docx (302.77K)

Total de palabras: 10106

Total de caracteres: 56763

Diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Pichari y dos tributarios, La Convención, Cusco 2015

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
3	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
5	aprenderly.com Fuente de Internet	<1%
6	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
7	orcid.org Fuente de Internet	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%

9

apps1.semarnat.gob.mx:8443

Fuente de Internet

<1 %

10

revistas.unimilitar.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

11

csuepress.columbusstate.edu

Fuente de Internet

<1 %

12

UMBRELLA ECOCONSULTING S.A.C.. "ITS para la Instalación de un Sistema de Almacenamiento de Energía Basado en Baterías como Mejora Tecnológica para la Adecuación de Regulación Primaria de Frecuencia de la Central Termoeléctrica Kallpa-IGA0017830", R.D. N° 0038-2022-MINEM/DGAAE, 2022

Publicación

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo