

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Larvas de Trichoptera (Arthropoda: Insecta) y
características fisicoquímicas en siete ríos del
departamento de Ayacucho, 2011.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA**

**CON MENCIÓN EN LA ESPECIALIDAD DE ECOLOGÍA Y
RECURSOS NATURALES**

PRESENTADO POR:

Bach. BELLIDO MELÉNDEZ, JHENNYFER MELINA

AYACUCHO – PERÚ

2013

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

R.D.N. 135-2013-FCB-D

Bach. Jhennyfer Melina Bellido Meléndez

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro y quince minutos de la tarde del día viernes seis de setiembre del año dos mil trece, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, los miembros del Jurado calificador del acto sustentatorio bajo la presidencia del Dr. Segundo Tomás Castro Carranza e integrado por docentes miembros: Mg. Pedro Ayala Gómez, Msc. Yuri Olivier Ayala Sulca, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz (asesor), MSc. Elmer Alcides Ávalos Pérez y actuando como secretaria docente la Biga. Rosa Cortez Saavedra, en mérito a la R.D.N. 135-2013-FCB-D de fecha 23 de agosto del 2013, quienes recibieron la sustentación de la tesis titulada: "Larvas de Trichoptera (Arthropoda: Insecta) y características fisicoquímicas en siete ríos del departamento de Ayacucho, 2011", presentada por la bachiller en Ciencias Biológicas, Jhennyfer Melina BELLIDO MELÉNDEZ, de la Escuela de Formación Profesional de Biología con especialidad en Ecología y Recursos Naturales.

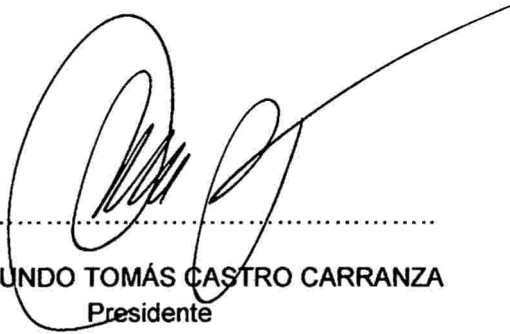
Luego de verificar la documentación correspondiente, el Sr Presidente del Jurado Calificador indico a la Srta. sustentante que tiene un tiempo de cuarentaicinco minutos para exponer su trabajo de investigación, tal como lo dispone el reglamento.

Concluida la exposición del trabajo de investigación, el Sr. Presidente invito a los miembros del Jurado Calificador a solicitar las aclaraciones, preguntas u observaciones que crean por conveniente para realizar la evaluación respectiva.

Concluida esta etapa, el Sr. Presidente del Jurado Calificador invito a la Srta. sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente las instalaciones del Auditorio para que los miembros del Jurado Calificador puedan deliberar y calificar el trabajo de investigación en privado. Arribándose a los siguientes resultados:

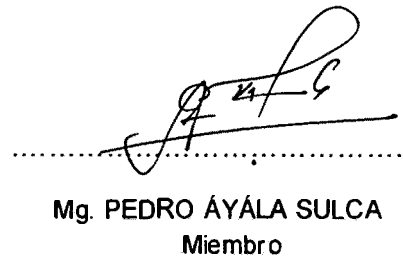
MIEMBRO JURADO	EXPOSICIÓN	RPTA A PREGUNTAS	PROMEDIO
Dr. Segundo Tomás Castro Carranza	18	17	18
Mg. Pedro Ayala Gómez	17	17	17
Msc. Yuri Olivier Ayala Sulca	17	17	17
Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz	18	18	18
MSc. Elmer Alcides Avalos Pérez	17	15	16
PROMEDIO FINAL:			17

Luego de concluida la etapa de evaluación la Srta. sustentante obtuvo la calificación promedio de: DIECISIETE (17) de la cual dan fe los miembros del Jurado Calificador estampando su firma la pie de la presente Acta. Siendo las seis y treinta de la tarde, se dio por concluido el presente acto académico.



.....

Dr. SEGUNDO TOMÁS CASTRO CARRANZA
Presidente



.....

Mg. PEDRO ÁYALA SULCA
Miembro



.....

Msc. YURI OLIVIER AYALA SULCA
Miembro



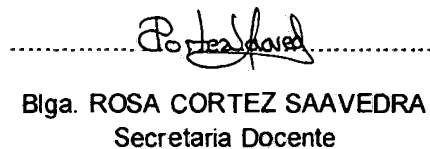
.....

Dr. CARLOS EMILIO CARRASCO BADAJOZ
Miembro - Asesor



.....

Msc. ELMER ALCIDES ÁVALOS PÉREZ
Miembro



.....

Blga. ROSA CORTEZ SAAVEDRA
Secretaria Docente

DEDICATORIA

Con mucho amor y cariño a mis
padres, Eugenio y Dionicia.

A mis hermanos y sobrinos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por acogerme y brindarme su formación como profesional.

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

A mi asesor, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por su orientación y sabios consejos, que han permitido la elaboración y finalización de mis tesis.

A la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) - Ayacucho, por las facilidades y el apoyo prestado en la realización del presente trabajo de investigación.

A la Dr. Paola Rueda Martin miembro de la Fundación Miguel Lillo – Argentina, por su apoyo incondicional en la identificación de los géneros de insectos, lo que permitió complementar la finalización de mi trabajo de investigación.

A la Dr. Ana Huamantínco, por sus consejos y cordial apoyo en las facilidades de material bibliográfico en la redacción del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	6
2.3. Bases teóricas	7
2.4. Diversidad mundial de los tricópteros	14
2.5. Distribución actual y las principales zonas de endemismo	17
2.6. Características fisicoquímicas de las aguas continentales	18
III. MATERIALES Y METODOS	22
3.1. Ubicación del área de estudio	22
3.2. Población y muestra	23
3.3. Sistema de muestreo y toma de datos	23
3.3.1. Colección de larvas del orden Trichoptera y preservación	23
3.3.2. Determinación de las características físicas y químicas	24
3.3.3. Análisis estadísticos	25
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	53
VII: RECOMENDACIONES	55
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Número de géneros y especies de las familias del Orden Trichoptera en regiones biogeográficas del mundo.	15
Tabla 2. Ubicación política, geográfica de la zona de los ríos de muestreo. Ayacucho, junio a diciembre 2011.	22
Tabla 3. Métodos y parámetros.	25
Tabla 4. Géneros de larvas del orden Trichoptera presentes en siete ríos en Ayacucho, 2011.	28
Tabla 5. Características fisicoquímicas promedios, de las aguas de siete ríos en Ayacucho, 2011.	36
Tabla 6. Correlación de Sperman entre la abundancia promedio relativa de los géneros de larvas de Trichoptera, y características fisicoquímicas del agua de los ríos, Ayacucho, 2011.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo biológico de los tricópteros	8
Figura 2. Larvas de tipo eruciforme	9
Figura 3. Larva de tipo campodeiforme	9
Figura 4. Tricópteros adultos	10
Figura 5. Esquema general de una larva Trichoptera	11
Figura 6. Número actual de especies/géneros más subgéneros para siete grandes regiones biogeográficas.	17
Figura 7. Abundancia relativa de las familias del orden Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.	29
Figura 8. Abundancia relativa de larvas de los géneros de Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.	30
Figura 9. Número de géneros de larvas de Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.	31
Figura 10. Abundancia relativa promedio de los géneros de Trichoptera por ríos en Ayacucho, 2011.	32
Figura 11. Distribución de géneros de larvas de Trichoptera en ríos de Ayacucho, 2011.	33
Figura 12. Dendograma de similitud de larvas de los géneros de Trichoptera según su abundancia en ríos de Ayacucho, 2011.	34
Figura 13. Dendograma de similitud de siete ríos según géneros de Trichoptera. Ayacucho, 2011.	35
Figura 14. Dendograma de similitud de las características fisicoquímicas del agua de ríos del departamento de Ayacucho, 2011.	38

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 01. Densidad poblacional total de Trichoptera, en siete ríos estudiados del departamento de Ayacucho, 2011.	63
Anexo 02. Prueba de Kruskal-Wallis de la abundancia relativa de los géneros de Trichoptera.	64
Anexo 03. Estadísticos descriptivos de géneros de Trichoptera en siete ríos del departamento de Ayacucho, 2011.	65
Anexo 04. Características taxonómicas de los géneros encontrados en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.	66
Anexo 05. Características taxonómicas de la familia Glossosomatidae. Ayacucho, 2011.	73
Anexo 06. Características taxonómicas de la familia Hydroptilidae. Ayacucho, 2011.	74
Anexo 07. Características taxonómicas de la familia Hydrobiosidae. Ayacucho, 2011.	75
Anexo 08. Características taxonómicas de la familia Hydropsychidae. Ayacucho, 2011.	76
Anexo 09. Características taxonómicas de la familia Leptoceridae. Ayacucho, 2011.	77
Anexo 10. Características taxonómicas de la familia Calamoceratidae. Ayacucho, 2011.	78
Anexo 11. Características taxonómicas de la familia Helicopsychidae. Ayacucho, 2011.	79
Anexo 12. Características taxonómicas de la familia Odontoceridae. Ayacucho, 2011.	80
Anexo 13. Características taxonómicas de la familia Polycentropodidae. Ayacucho, 2011.	81
Anexo 14. Características taxonómicas de la familia Limnephilidae. Ayacucho, 2011.	82
Anexo 15. Mapa de ubicación geográfica de los siete ríos muestreados del departamento de Ayacucho, 2011.	83

RESUMEN

La investigación responde al problema de la insuficiente información sobre el conocimiento de la fauna de tricópteros neotropicales, debido a la escasa investigación sobre el tema en nuestro departamento, para ello el objetivo principal del trabajo de investigación fue evaluar las características en cuanto a la composición y abundancia de las larvas del orden Trichoptera y su relación con las características fisicoquímicas del agua donde habitan, presente en siete ríos de Ayacucho, se realizó durante los meses de junio a diciembre del 2011, comprendidas en los distritos de Paras (río Tambomachay), Vinchos (río Vinchos), Acocro (río Yucay), Anco (río Sachapampa y Alfarpampa), San Miguel (río Torobamba y Úras) del departamento de Ayacucho. El tipo de investigación se adecuó a un diseño básico-descriptivo. Las larvas fueron recolectadas por la Dirección General de Salud Ambiental – Huamanga (DIGESA) cada 30 días, al igual que las muestras de agua de los ríos mencionados, en referencia al paso del gasoducto del proyecto Camisea. Para la identificación de las larvas de los insectos se utilizó la clave taxonómica propuesta por Fernández y Domínguez¹. En el presente estudio se reporta diez familias y 15 géneros del orden Trichoptera. La distribución y abundancia de los géneros de Trichoptera es sumamente heterogénea en los siete ríos estudiados; así los géneros con mayor abundancia, (>20%) fueron *Ochrotrichia*, *Nectopsyche*, *Smicridea*, halladas en la mayoría de los ríos, mientras que los que presentaron abundancias menores a 8% fueron *Culoptila*, *Cailloma* y *Atopsyche*, y menores a 2%, *Banyallarga*, *Itauara*, *Helicopsyche*, *Leptonema*, *Metrichia*, *Marilia*, *Polycentropus*, *Antarctoecia* y *Mortoniella*. Con respecto a las características fisicoquímicas de las aguas de los ríos estudiados, son muy variables, mostrando mayor número de correlaciones (Sperman) significativa ($p < 0,05$) con *Ochrotrichia* (dureza total, dureza cálcica, conductividad y sólidos disueltos totales), mientras que la conductividad eléctrica, cloruros y sólidos disueltos totales, mostraron correlación significativa con cuatro géneros (*Ochrotrichia*, *Smicridea*, *Itauara* y *Nectopsyche*).

Palabras Clave: Larva, Trichoptera, ríos y características fisicoquímicas.

I. INTRODUCCIÓN

Desde siempre los ecosistemas fluviales se encuentran sometidos a numerosas perturbaciones causadas por las actividades humanas. La regulación y rectificación de cauces, la contaminación por materia orgánica, la eutrofización y las actividades mineras, entre otros, producen cambios en la estructura y funcionamiento de las comunidades biológicas que albergan los ríos.

Las larvas de tricópteros forman parte de la mesofauna o macroinvertebrados bénticos en cuerpos de agua como arroyos, quebradas o ríos. Debido a su movilidad relativamente baja y por lo tanto, estrecha relación con el medio donde se desarrolla. Estos organismos tienen una gran importancia como eficientes indicadores biológicos de calidad de cuerpos de agua. Así mismo cumplen un rol intermediario en las cadenas tróficas de ríos y arroyos.

Dada la importancia del conocimiento sobre la fauna de los tricópteros en nuestro departamento es aun escaso por lo que existe poca información sobre el tema, más aún la posible relación que podría existir entre las abundancias de sus géneros y/o especies con las características de su hábitat, para ello se ha realizado el presente estudio ubicado en siete ríos del departamento de Ayacucho en referencia del paso del gasoducto del Proyecto Camisea, siendo de carácter básico descriptivo, realizándose para ello un proceso de recolección y

procesamiento de muestras bentónicas (Trichoptera) de los ríos evaluados y análisis de las características fisicoquímicas de los mismos.

El presente trabajo de investigación contribuye al conocimiento de la fauna acuática de Trichoptera para Ayacucho, siendo poco estudiada en muchos aspectos y posiblemente vulnerable, debido a la explotación de los recursos hídricos como su principal amenaza. Teniendo en cuenta lo antes señalado y dada la escasa información al respecto, se realizó el presente trabajo teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar las características en cuanto a la composición y abundancia de las larvas del orden Trichoptera presentes en siete ríos de la región de Ayacucho y su relación con las características fisicoquímicas del agua donde habitan, entre los meses de Junio a Diciembre del 2011.

Objetivos específicos

- Identificar hasta género y/o especie las larvas del orden Trichoptera presente en siete ríos del departamento de Ayacucho
- Cuantificar la abundancia de las larvas del orden Trichoptera presentes en los siete ríos del departamento de Ayacucho.
- Determinar las características fisicoquímicas de las aguas de los siete ríos estudiados y relacionarlos con la abundancia de las larvas de los géneros o especies reportados del orden Trichoptera.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El problema de la contaminación de las aguas está ocasionando pérdida de biodiversidad acuática, así como los indicadores biológicos de la calidad del agua. En vista a esto se realizaron algunas investigaciones respecto al tema a nivel internacional, nacional y regional.

2.1.1 Nivel internacional

A nivel mundial actualmente existen reportados 49 familias y se conocen alrededor de 616 géneros y aproximadamente 14 548 especies descritas.² Así mismo para la región neotropical, se estiman 2 234 especies, agrupadas en 153 géneros y 24 familias, las cuales se agrupan en tres subórdenes (Annulipalpia, Integripalpia, Spicipalpia).³

La región oriental y neotropical muestran la mayor diversidad de especies, evidenciando que este orden diversificó ampliamente en regiones tropicales sobretodo montañosas y de alta pluviosidad. En relación a endemismos de géneros de Trichoptera, la región Neotropical ocupa el segundo lugar a nivel mundial con 69 % de géneros endémicos.⁴

En Colombia, Posada y Roldan reportan 13 familias y 33 géneros de Trichoptera, entre los cuales la familia Atriplectididae (representada por el género *Neotriplectides*) y los géneros *Culoptila*, *Mexitrichia* (Glossosomatidae),

Macronema, *Macrostemun* (Hydropsychidae), *Leucotrichia*, *Metrichia*, *Oxyethira*, *Rhyacopsyche* y *Zumatrichia* (Hydroptilidae) son nuevos registros.⁵

En Argentina Rueda, reporta nuevas especies de la familia Odontoceridae, Calamoceratidae e Hydrobiosidae, del orden Trichoptera.⁶⁻⁸ En Brasil, Pes, reporta 13 familias y 33 géneros de Trichoptera.⁹

2.1.2 Nivel nacional

Entre los estudios de la fauna de Trichoptera realizados en el Perú; el primer trabajo fue realizado por Martynov en el año 1912, donde reporta 24 especies de trichoptera, 12 de ellas nuevas para la ciencia.¹⁰ Posteriormente, en el año 1980; Flint realizó trabajos en una expedición al sur del Perú.¹¹⁻¹² En 1991 Flint y Reyes registran especies del orden Trichoptera realizadas en el Departamento de la Libertad.¹³ En el departamento de Cusco y Madre de Dios en el año de 1996 Flint reporta el mayor registro, donde encontró 77 especies del Orden Trichoptera para el Perú.¹⁴

En 1999 Flint, Holzenthal y Harris reportan 185 especies de Trichoptera para Perú.¹⁵ Posteriores publicaciones a partir de ese año incrementan el número de especies a 210, ubicadas en 47 géneros y 11 familias, la mayoría de las especies registradas fueron del sudeste de Perú.¹⁶

En Lima, Huamantínco y Ortiz, reportaron e identificaron a diez géneros del Orden Trichoptera: *Helicopsyche* Siebold (Helicopsychidae), *Mortoniella* Ulmer (Glossosomatidae), *Atopsyche* Banks (Hydrobiosidae), *Cailloma* Ross & King (Hydrobiosidae), *Smicridea* McLachlan (Hydropsychidae), *Metrichia* Ross (Hydroptilidae), *Neotrichia* Morton (Hydroptilidae), *Nectopsyche* Müller (Leptoceridae), *Anomalocosmoecus* Schmid (Limnephilidae) y *Chimarra* Stephens (Philopotamidae).¹⁷

2.1.3 Nivel regional

En Ayacucho, Avalos *et al.*¹⁸, reportan en el río Yucaes, larvas de insectos acuáticos con predominancia del orden Ephemeroptera y Díptera.

Carrasco¹⁹⁻²⁰, reporta que la comunidad macroinvertebrada bentónica hallada en los ríos de Huatatas y Alameda está compuesta por una gran diversidad de organismos, con predominancia del Orden Díptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Megaloptera. Así mismo realizó estudios en cinco ríos de la provincia de Huamanga en donde encontró cuatro familias del orden Trichoptera (Leptoceridae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Glossosomatidae).

Guardia²¹, reporta que la comunidad macroinvertebrada bentónica hallada en el río Yucaes de la región, estuvo compuesta por dos Phylum, dos clases, 13 familias y 16 especies, siendo el Phylum más representativo la Artrópoda y dentro de esta la clase insecta, con el orden Trichoptera la de mayor número de familia seguida por la Díptera y Ephemeroptera. Encontrando cuatro géneros del orden Trichoptera: Hydropsychidae (Género: *Smicridea*), Glossosomatidae (Género: *Mortoniella*), Hydroptilidae (Género: *Ochrotrichia*, *Hydroptila*), Leptoceridae (Género: *Nectopsyche*).

Madueño²², reporta que la comunidad macroinvertebrada bentónica hallada en el río Huanta⁷, está compuesta por tres Phyllums, cuatro clases, nueve órdenes, 19 familias, una sub familia y 22 géneros, siendo las más abundante la clase insecta y la más diversa en cuanto a familias y géneros se refiere, presentando 14 familias y 16 géneros, así mismo del orden Trichoptera encontró tres familias: Leptoceridae (Género: *Atanática*), Hydrobiosidae (Género: *Atopsyche*) y Glossosomatidae (Género: *Mortoniella*).

Jayco²³, reporta que la comunidad macroinvertebrada bentónica de los ríos Cachi, Pongora y Cachimayo, está compuesta por tres phylums, cuatro clases, ocho órdenes, 15 familias y 21 géneros, siendo el phylum más representativo y

abundante la Artrópoda; y dentro de ésta la clase Insecta con sus órdenes Díptera, Ephemeroptera y Coleoptera, respectivamente; seguida por la clase Oligochaeta con el orden Haplatoxida. Así mismo encontró dos familias del orden Trichoptera: Glossosomatidae (Género: *Mortoniella*) y Hydropsychidae (Género: *Smicridea*).

2.2 Marco conceptual

a. Trichoptera

Son insectos holometábolos parecidos a polillas, con dos pares de alas intensamente cubiertas de pelos, mostrando predominantemente venación de tipo general con pocas venas transversales. Piezas bucales reducidas; mandíbulas no funcionales. Larvas acuáticas, generalmente refugiadas en canutos portátiles. Patas torácicas y falsas patas abdominales presentes. Pupas acuáticas con fuertes mandíbulas.²⁴

b. Composición

Del latín *compositio*, composición es la acción y efecto de componer (juntar varias cosas y colocarlas en orden para formar una; constituir algo). Una composición puede ser una obra artística (literaria, musical, etc.) o científica.²⁵

c. Estructura

La estructura es la distribución de las partes de un cuerpo o de otra cosa. El concepto, que procede del latín *structura*, hace mención a la disposición y el orden de las partes dentro de un todo.²⁶

d. Características físicas del agua

Las características físicas del agua incluyen: Olor, sabor, color, turbidez y temperatura.²⁷

e. Características químicas del agua

Las características químicas del agua incluyen: Sólidos totales disueltos (STD), calcio y magnesio, cloruros entre otras características.²⁷

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Generalidades del orden Trichoptera

Trichoptera es el orden de insectos cuyas alas, principalmente las anteriores, están cubiertas por pelos (del griego “*trichos*” = pelos, “*pteron*” = ala, “ala con pelos”), y que presentan metamorfosis completa (holometábolos). Las formas inmaduras (huevo, larva y pupa) son generalmente acuáticas y se encuentran comúnmente en ríos, riachuelos, cascadas y lagos. Es considerado el orden más importante de insectos acuáticos por la diversidad, abundancia y distribución biogeográfica de sus especies.²⁸ Está presente en los ecosistemas acuáticos de todas las regiones biogeográficas, excepto en la Antártida, desempeñando un papel trófico fundamental en dichos ecosistemas.²⁹

Todas las especies de este orden buscan la humedad y huyen de la luz. Algunas especies ponen los huevos en la vegetación que rodea el agua o que cuelga sobre ella, otras especies ponen sobre la superficie o bajo ella. La puesta de huevos tiene lugar en forma de tiras o cordones o en masas que están cubiertas de mucílago, que es una especie de gelatina que se hincha cuando se humedece de forma que protege los huevos. Estos eclosionan al cabo de dos o tres semanas y aparecen diminutas larvas de cuerpo blando.³⁰

2.3.1.1 Biología de los tricópteros

Los tricópteros son insectos holometábolos cuyas larvas viven en todo tipo de hábitat. La mayoría de los tricópteros requieren uno o dos años para su desarrollo, a través de los cuales pasan por cinco a siete estadios. La etapa pupal dura de dos a tres semanas, al cabo de las cuales sale el adulto. Los adultos son muy activos en las primeras horas de la noche. Las hembras depositan el huevo en el agua y los encierra por lo regular en una masa gelatinosa.³⁰

Una de las características más llamativas de los tricópteros es su capacidad de construir casas o refugios, de formas variadas, a menudo, propios de cada especie. Los refugios fijos al sustrato les sirven por lo regular de protección y captura de alimento. Las casas portables le sirven de protección y de movimiento en busca de oxígeno y alimento. Las larvas se alimentan de material vegetal y algas que encuentran sobre las rocas. Algunas larvas son depredadoras.³¹

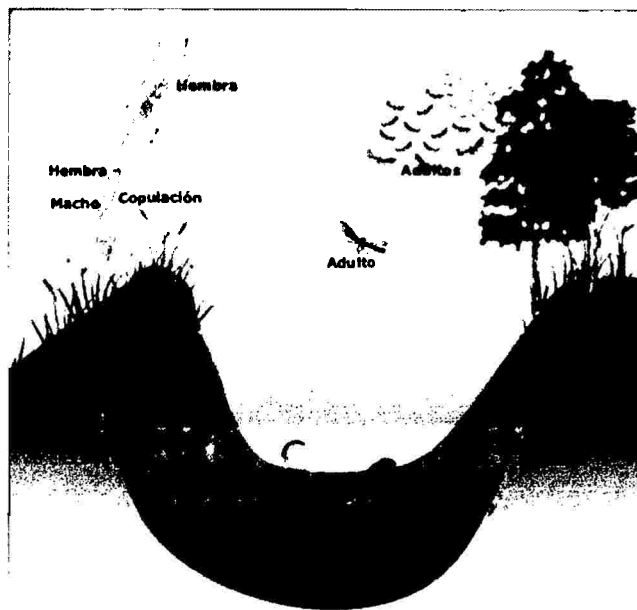


Figura 1. Ciclo biológico de los tricópteros.
Fuente: Río negro Fly Cast³²

2.3.1.2 Características de la larva Trichoptera

Las larvas son acuáticas, de tipo campodeiforme o eruciforme, con cabeza bien desarrollada, tres pares de patas, y se diferencian de las larvas de todos los demás insectos por presentar un par de falsas patas anales (pigópodos) provistas de fuertes uñas. Poseen glándulas productoras de seda que se abren en el labio; la seda es usada para construir una gran variedad de estructuras larvarias. Respiran por traqueobranquias de forma filamentosa localizadas sobre el abdomen.³¹



Figura 2. Larvas de tipo eruciforme.

Fuente: First Nature³³

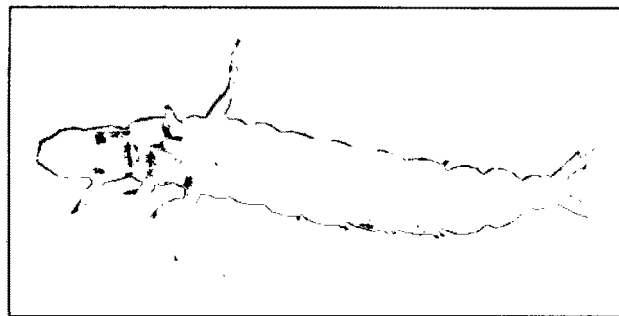


Figura 3. Larva de tipo campodeiforme.

Fuente: Dale Parker³⁴

2.3.1.3 Característica de tricóptero adulto

La cabeza posee dos ojos compuestos bien desarrollados y, a veces tres ocelos; las antenas son largas y filiformes. Las piezas bucales son de tipo lamedor con las mandíbulas generalmente vestigiales; las maxilas y el labio contribuyen a la formación de una probóscide (haustelo) con la que toman líquidos. El tórax presenta los tres segmentos bien desarrollados, con patas largas y delgadas provistas de espinas, y dos pares de alas membranosas densamente recubiertas de pelos y con muy pocas venas transversales. El abdomen posee diez segmentos, los últimos están modificados y constituyen la genitalia.³¹

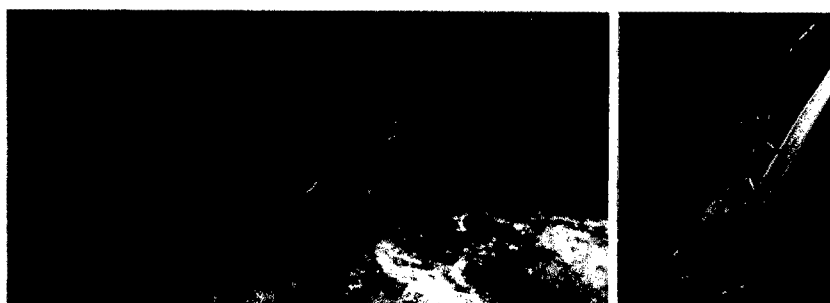


Figura 4. Tricópteros adultos.

Fuente: Springer³⁰

2.3.2 Ecología

La mayoría de los tricópteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas debajo de piedras, troncos y material vegetal, algunas especies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. Las etapas inmaduras de Trichoptera son sensibles a la contaminación y degradación del hábitat y por tal motivo, son usadas como bioindicadores de calidad de aguas.^{28' 35} Trichoptera, junto con otros órdenes de insectos acuáticos, también se han utilizado para evaluar la biodiversidad acuática EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) o ETS (Ephemeroptera, Trichoptera, Simuliidae: Diptera) y el hábitat de la diversidad.³⁶ Algunas especies toleran un amplio rango de condiciones ecológicas y colonizan una gran variedad de hábitats, mientras que otras presentan una distribución restringida.³⁷

2.3.3 Taxonomía

En la clasificación de los tricópteros se tiene en cuenta la presencia o no de placas esclerotizadas en los segmentos torácicos; la presencia o ausencia de agallas branquiales en el abdomen; si el labrum es membranoso o no y el número de setas a lo largo de la parte central, y longitud de la antena, entre otros. También la forma y el tipo de material de las casas o refugios es una característica de valor taxonómico a nivel de familia principalmente.³⁷

2.3.4 Clasificación taxonómica

Reportado por Kirby³, la clasificación es la siguiente.

- Dominio : Eukaryota
- Reino : Animalia
- Filo : Arthropoda
- Clase : Insecta
- Sub clase : Pterygota
- Infra clase : Neoptera
- Super orden : Endopterygota
- Orden : Trichoptera

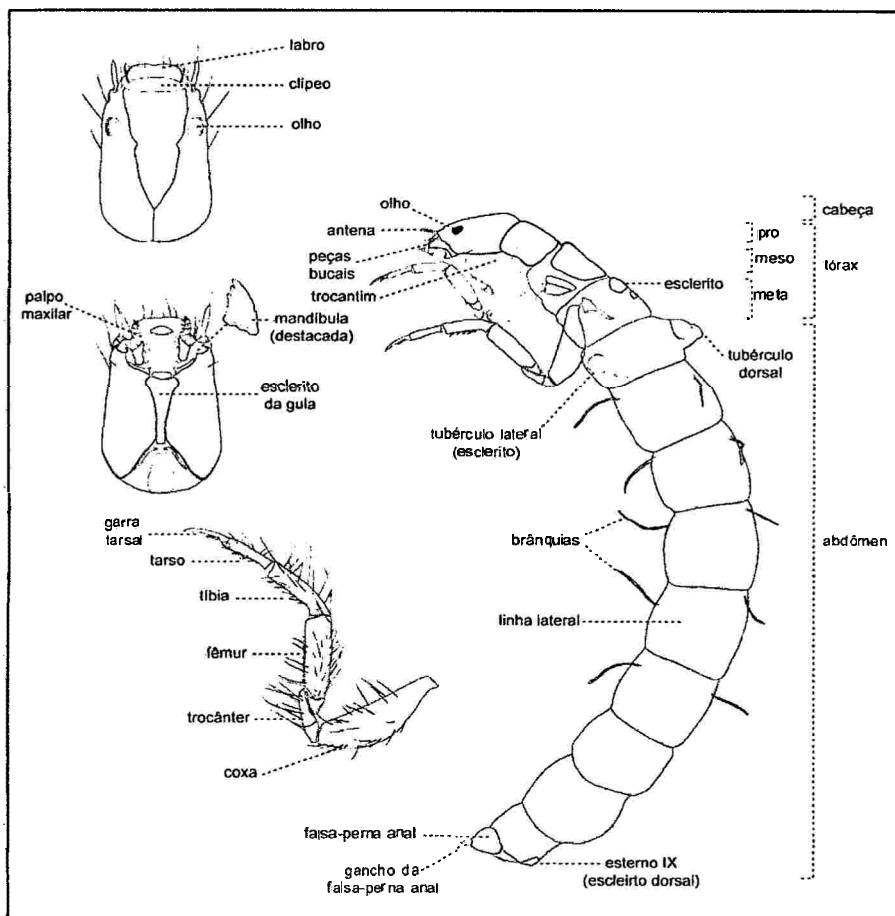


Figura 5. Esquema general de una larva de Trichoptera.

Fuente: Ricardo³⁸

Existe actualmente tres subórdenes (Annulipalpia, Integripalpia, Spicipalpia), repartidos en 49 familias y se conocen alrededor de 616 géneros y aproximadamente 14 548 especies descritas alrededor del mundo.²

A. Suborden Annulipalpia. Las larvas emplean seda para la construcción de redes y refugios fijos a piedras y palos, frecuentemente portando una trampa de filtración para la captura de alimento como algas, detritos y macroinvertebrados. Consta de las siguientes familias: Dipseudopsidae, Ecnomidae, Hydropsychidae, Stenopsychidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Psychomyiidae, Xiphocentronidae, entre otras. Su nombre se deriva de la raíz latina *annulus* (anillo) y *palpus* (antena), en referencia a la estructura en forma de serie de anillos del flexible segmento terminal de los palpos maxilares en los insectos adultos.³⁹ Para el Perú se reportaron la familia Philopotamidae (*Chimarra*) perteneciente a este suborden.¹⁷

B. Suborden Spicipalpia. Las larvas son de vida libre o construyen casas portátiles en forma de bolsitas o piedritas, ellas pupan dentro de un capullo completamente encerrado; las de vida libre (Rhiacophilydae e Hydrobiosidae) son depredadores de otros artrópodos; aquellos que construyen casa son en su mayoría herbívoros y se alimentan de perifiton (Glossosomatidae, Hydrobiosidae e Hydroptilidae). Su nombre se deriva de la raíz latina *spica* (punto) y *palpus* (antena), en alusión al ápice en forma de punta del segmento terminal de los palpos maxilares de los insectos adultos.³⁹ Para el Perú se reportaron las familias Glossosomatidae (*Mortoniella*), Hydrobiosidae (*Atopsyche* y *Cailloma*) e Hydroptilidae (*Neotrichia* y *Metrichia*), pertenecientes al suborden.¹⁷

C. Suborden Integripalpia. Todas las larvas construyen casas tubulares con material vegetal o mineral, estas difieren en forma y tamaño; la mayoría son herbívoros o detritívoros y algunas familias son omnívoras o depredadoras. En este se agrupan las familias Phryganeidae, Lepidostomatidae, Limnephilidae,

Atriplectididae, Calamoceratidae, Kokiriidae, Leptoceridae, Molannidae, Odontoceridae, Anomalopsychidae, Helicophidae, Helicopsychidae, Sericostomatidae, Tasimiidae, entre otras. Su nombre se deriva de las raíces latinas *integra* (entero, completo) y *palpus* (antena), en referencia a la estructura entera del segmento terminal de los palpos maxilares de los adultos, en contraste con la condición de anillos segmentados de los Annulipalpia.³⁹ Para el Perú se reportaron las familias Helicopsychidae (*Helicopsyche*), Leptoceridae (*Nectopsyche*) y Limnephilidae (*Anomalocosmoecus*), pertenecientes a este suborden.¹⁷

2.3.5 Principales familias

2.3.5.1 Familia Hydropsychidae. Las larvas son reconocidas por tener los tres notos torácicos fuertemente esclerotizados, por tener sus branquias abdominales altamente ramificadas y por su denso cepillo de setas adyacente a la uña anal. Construyen habitáculos fijos sobre piedras, troncos, ramas u otros sustratos disponibles en ríos y quebradas de todos los tamaños, velocidades y temperatura.³⁰

2.3.5.2 Familia Hydroptilidae. Todos los estadios larvales pueden ser reconocidos por su pequeño tamaño y por sus placas bien esclerotizadas en todos los notos del tórax. Las larvas del estado final construyen estuches en una gran variedad de estilos y materiales y son tanto portátiles como fijas al sustrato. Los estuches portátiles, semejan la concha de una almeja y generalmente consisten de dos valvas alargadas de seda, cosidas una con otra con seda.³⁰

2.3.5.3 Familia Leptoceridae. Las antenas de las larvas son largas, al menos 6 veces más largas que anchas. Las patas posteriores son delgadas y mucho más largas que las otras. Las larvas construyen casas delgadas y largas de arena o pedacitos de vegetación en una amplia variedad de estilos. Las larvas son depredadoras o detritívoras y viven en las áreas de menor corriente del río.³⁰

2.3.5.4 Familia Polycentropodidae. Las larvas poseen un pronoto esclerotizado pero tienen un meso y metanoto membranosos. Carecen de branquias abdominales, pero tienen una hilera de setas fina a lo largo de los dos lados del abdomen, las propatas anales son alargadas y poseen uñas terminales bien desarrolladas, frecuentemente con ganchos dorsales. Las larvas construyen una gran variedad de habitáculos y redes de seda.³⁰

2.4 Diversidad mundial de los tricópteros

A nivel mundial se conocen alrededor de 14 548 especies de tricópteros, 49 familias y 616 géneros.² Sin embargo, varias estimaciones proponen que puedan existir más de 50 000 especies de este orden en el mundo, esto debido a la gran cantidad de especies nuevas que se están encontrando, especialmente en países asiáticos, africanos y neotropicales, donde hasta un 75 % de todas las especies recolectadas aún no han sido descritas.³ Los tricópteros se consideran cosmopolitas y están presentes en todos los continentes y regiones faunísticas, con excepción de los polos y algunas remotas islas oceánicas. Para la región Neotropical ha sido mencionado un total de 24 familias.¹⁵ Fischer, elaboró un catálogo mundial que registró 5 546 especies.⁴⁰

Malicky considera una sobreestimación de que hay más de 50 000 especies.⁴¹ Si estas estimaciones son correctas, esto lleva a la suposición de que sólo alrededor del 20-25 % de las especies de Trichoptera de todo el mundo se han descrito.⁴²

Más de la mitad de las especies conocidas de Trichoptera se registraron en sólo dos regiones, las regiones orientales y neotropical. Esto indica una gran capacidad para soportar grandes números de diferentes especies en los ecosistemas tropicales, menores tasas de extinción de especies durante la glaciación más reciente, y probablemente una tasa significativamente mayor de especiación en estas dos regiones que en otras regiones. Esto se confirma por la

gran proporción de las especies mundiales registrados en los géneros ampliamente distribuidos como *Chimarra* (35 % y 40 %), *Orthotrichia* (47 % y 27 %), *Oecetis* (40 % y 7 %) y *Setodes* (71 % y 0 %) encontraron, respectivamente, en estas dos regiones.⁴

Tabla 1. Número de géneros y especies de las familias del Orden Trichoptera en regiones biogeográficas del mundo.

Familia	W.PA	E.PA	PA	NA	AT	NT	OL	AU	Mundo total
Annulipalpia									
Philopotamidae	5 (51)	5 (41)	7 (91)	5 (56)	4 (87)	4 (257)	10 (346)	5 (60)	17 (886)
Stenopsychidae	–	1 (14)	1 (14)	–	1 (1)	1 (3)	1 (64)	1 (10)	3 (89)
Hydropsychidae	6 (120)	11 (69)	11 (179)	17 (165)	13 (148)	16 (355)	24 (489)	17 (87)	49 (1,409)
Dipseudopsidae	1 (1)	3 (3)	3 (4)	1 (5)	4 (48)	–	4 (47)	2 (3)	6 (104)
Polycentropodidae	8 (88)	9 (38)	11 (118)	8 (77)	7 (20)	7 (173)	10 (230)	8 (42)	23 (656)
Ecnomidae	2 (10)	1 (5)	2 (14)	1 (3)	3 (80)	1 (35)	1 (120)	2 (78)	6 (327)
Xiphocentronidae	–	1 (3)	1 (3)	2 (8)	1 (2)	3 (47)	5 (76)	–	7 (133)
Psychomyiidae "Spicipalpia"	5 (103)	6 (28)	6 (130)	4 (18)	3 (16)	–	7 (234)	2 (5)	8 (400)
Rhyacophilidae	2 (120)	2 (110)	3 (221)	2 (127)	–	–	3 (350)	1 (1)	4 (696)
Hydrobiosidae	–	1 (2)	1 (2)	1 (5)	–	23 (168)	1 (31)	27 (183)	50 (384)
Glossosomatidae	3 (78)	5 (63)	6 (135)	5 (85)	1 (4)	14 (160)	6 (125)	1 (22)	22 (530)
Hydroptiliidae	11 (181)	10 (61)	15 (236)	19 (295)	13 (142)	33 (498)	17 (318)	21 (224)	68 (1,679)
Integripalpia									
Oeconesidae	–	–	–	–	–	–	–	6 (19)	6 (19)
Brachycentridae	2 (30)	5 (28)	6 (56)	5 (37)	–	–	2 (22)	–	7 (112)
Phryganopsychida	–	1 (2)	1 (2)	–	–	–	1 (2)	–	1 (3)
Lepidostomatidae	6 (25)	9 (55)	12 (79)	3 (75)	3 (37)	1 (18)	23 (187)	–	30 (389)
Pisuliidae	–	–	–	–	2 (15)	–	–	–	2 (15)
Rossianidae	–	–	–	2 (2)	–	–	–	–	2 (2)
Kokiriidae	–	–	–	–	–	1 (1)	–	4 (7)	6 (8)
Plectrotarsidae	–	–	–	–	–	–	–	3 (5)	3 (5)
Phryganeidae	9 (26)	7 (27)	10 (44)	7 (21)	–	–	5 (19)	–	14 (77)
Goenidae	7 (24)	3 (20)	8 (44)	2 (6)	1 (1)	–	5 (110)	1 (2)	12 (160)
Uenoidae	1 (6)	2 (6)	3 (12)	5 (51)	–	–	2 (15)	–	7 (78)
Apataniidae	2 (31)	15 (69)	15 (97)	5 (34)	–	–	5 (60)	–	18 (185)
Limnephilidae	50 (388)	29 (167)	64 (514)	39 (222)	–	10 (45)	17 (102)	1 (3)	95 (861)
Tasimiidae	–	–	–	–	–	2 (2)	–	2 (6)	4 (9)
Odontoceridae	1 (3)	2 (9)	3 (12)	6 (12)	–	2 (25)	4 (41)	2 (4)	12 (103)
Atriplectididae	–	–	–	–	1 (1)	1 (1)	–	1 (1)	4 (5)
Limnacentropodida	–	1 (1)	1 (1)	–	–	–	1 (14)	–	1 (15)
Philorheithridae	–	–	–	–	–	2 (5)	–	6 (15)	8 (23)
Molannidae	2 (6)	2 (7)	2 (10)	2 (7)	–	–	2 (19)	–	3 (34)

Familia	W.PA	E.PA	PA	NA	AT	NT	OL	AU	Mundo total
Calamoceratidae	1 (2)	5 (11)	6 (13)	3 (5)	1 (5)	2 (39)	3 (46)	1 (25)	9 (125)
Leptoceridae	14 (127)	13 (102)	18 (212)	8 (116)	18 (302)	12 (143)	16 (597)	18 (207)	48 (1,549)
Sericostomatidae	5 (50)	1 (2)	6 (52)	3 (15)	5 (12)	5 (16)	2 (4)	–	19 (97)
Beraeidae	5 (45)	2 (2)	6 (47)	1 (4)	1 (1)	–	–	–	7 (52)
Anomalopsychidae	–	–	–	–	–	2 (22)	–	–	2 (22)
Helicopsychidae	1 (5)	1 (2)	1 (7)	1 (10)	1 (13)	1 (62)	1 (55)	2 (52)	2 (194)
Chathamidae	–	–	–	–	–	–	–	2 (5)	2 (5)
Helicophidae	–	–	–	–	–	5 (13)	–	3 (8)	8 (21)
Calocidae	–	–	–	–	–	–	–	7 (20)	7 (20)
Conoesucidae	–	–	–	–	–	–	–	12 (42)	12 (42)
Barbarochthonidae	–	–	–	–	1 (1)	–	–	–	1 (1)
Antipodoeciidae	–	–	–	–	–	–	–	1 (1)	1 (1)
Hydrosalpingidae	–	–	–	–	1 (1)	–	–	–	1 (1)
Petrothrincidae	–	–	–	–	2 (6)	–	–	–	2 (6)
Total genera	149	145	229	157	87	148	169	143	619
Total species	1,520	947	2,349	1,461	944	2,100	3,723	1,140	11,532

Fuente: De Moor e Ivanov.⁴

Leyenda:

PA, paleártica, NA, Neártica, NT, neotropical, AT, afrotropical; OL, oriental, AU, Australasia

La mayor diversidad de especies se registró en la región oriental (Tabla 1). Con más de 3 700 especies, que contiene más del doble de las especies registradas en cada una de las otras regiones, con excepción de la región Neotropical. Sin excepción, todas las ocho familias del suborden Annulipalpia alcanzan su mayor riqueza de especies en la región Oriental.⁴

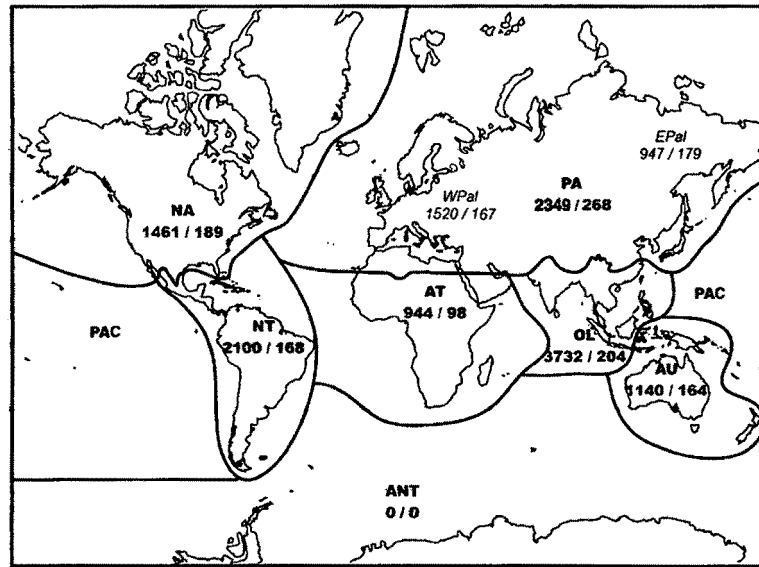


Figura 6. Número actual de especies/géneros más subgéneros para siete grandes regiones biogeográficas.

Fuente: De Moor e Ivanov⁴

Leyenda:

AT, Afrotropical; números de AU, Australasia incluyen Pacífico Islas Oceánicas (PAC), PA (Pal), West paleártica, PA (EPAL), East paleártica, NA, Neártica; NT, Neotropical, OL, Oriental.

La región neotropical registra el mayor número de especies en la familia Hydroptilidae y Glossosomatidae (Tabla 1). No hay Rhyacophilidae en esta región, pero Hydrobiosidae, confinado sobre todo hacia el sur de la Patagonia y Chile, están en segundo lugar en riqueza de especies después de la región australiana. La región paleártica occidental registra el mayor número de especies de Integripalpia en las familias Limnephilidae, Sericostomatidae y Beraeidae.⁴

2.5 Distribución actual y las principales zonas de endemismo

La distribución actual de Trichoptera es casi cosmopolita, sólo las regiones polares y las pequeñas islas alejadas de los continentes están excluidas. Las larvas son casi siempre acuáticas y los adultos rara vez se mueven lejos de la fuente de agua de los que dependen de la producción de las generaciones futuras.²⁹

Una evaluación del número de géneros/subgéneros endémicas de cada región muestra el mayor número de endemismo para la región de Australia con una cifra del 73 %, seguida por la región neotropical, con 69 % (Figura 1). La región África tropical (43 %) y la región Oeste paleártica (41 %) también tienen bastante alto de endemismo a nivel género/subgénero. La región oriental con el mayor número de géneros/subgéneros (204) tiene un número similar de especies endémicas de la región paleártica occidental, pero esto sólo representa el 33 % de su componente género/subgénero.⁴

2.6 Características fisicoquímicas de las aguas continentales

El agua que se encuentra en la naturaleza, no es químicamente pura, en ella encontramos numerosos elementos y compuestos, sólidos y gaseosos en solución; la fuente principal de esta materia es el sustrato en el cual se halla o por el cual circula, la atmosfera, la actividad de los seres vivos, entre otras. Es por ello se afirma, que las características fisicoquímicas de las aguas de un ecosistema acuático es reflejo del sustrato con el cual está estrechamente relacionado.⁴³

2.6.1 Características físicas del agua

a. Conductividad eléctrica

Es la expresión numérica de la capacidad del agua de transportar corriente eléctrica, que depende de la presencia de iones en el agua, de su concentración total, de su movilidad, de su carga o valencia y de las concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición. Dentro de los factores que afecta el comportamiento de los iones en la solución, las atracciones y repulsiones eléctricas entre iones y la agitación térmica, son quizá los más importantes. Las soluciones de la mayoría de los ácidos, bases o sales inorgánicas, son relativamente buenos conductores de la corriente eléctrica. Inversamente, las soluciones acuosas de solutos orgánicos, que no se disocian o se disocian muy

poco en el agua, presenta conductividad eléctrica muy baja o similares al agua pura. En la mayoría de las soluciones acuosas cuanto mayor es la concentración de las sales disueltas, mayor es su conductividad eléctrica la temperatura también influye en los valores de conductividad, puede variar de un ion a otro.⁴³

b. Sólidos disueltos totales (TDS)

Las corrientes transportan materiales, principalmente sólidos disueltos o sólidos suspendidos. Los primeros se refieren a la materia orgánica en forma iónica y segundo a la materia orgánica como detritus y de origen aluvial como restos de rocas, arcilla, arena y similares. Los sólidos suspendidos pueden verse a simple vista como pequeñas partículas y son los que dan turbiedad del agua. Desde el punto de vista ecológico, aguas con elevadas cantidades de sólidos disueltos indican alta conductividad que puede ser un factor limitante para la vida de muchas especies por estar sometidas a la presión osmótica. Por su parte un alto contenido de sólidos en suspensión o alta turbiedad, también es limitante para el ecosistema acuático ya que impide el paso de los rayos solares, daña y taponea el sistema de intercambio gaseoso en los animales acuáticos y destruye su hábitat natural.^{43, 44}

c. Turbidez

Se le define como la reducción de la transparencia de una muestra de agua ocasionando por el material particular en suspensión que presenta. Este material puede consistir en partículas arcilla, limo, plancton y materia orgánica finamente dividida que se mantiene suspendido por su naturaleza coloidal o por la turbulencia que genera el movimiento. Este parámetro debe medirse directamente en el campo en su defecto de las 24 horas siguientes al muestreo. Mucho organismo acuático, como los peces requieren agua totalmente transparente para su supervivencia, mientras que otros no se ven afectados. Sin embargo, en término genérico, se acepta que la turbidez afecta adversamente el

desarrollo de casi todo los organismos acuáticos, debido a que ésta reduce la densidad y penetración de la luz en los ecosistemas acuáticos limitando el crecimiento y desarrollo de los organismo autótrofos, que constituyen el sustento de dichos organismos.⁴⁵

2.6.2. Características químicas del agua.

a. Alcalinidad

La alcalinidad indica la cantidad de cambio que ocurrirá en el pH con la adición de cantidades moderadas de ácido. Debido a que la alcalinidad de la mayoría de las aguas naturales está compuesta casi íntegramente de iones de carbonato y bicarbonato, las determinaciones de alcalinidad pueden dar estimaciones exactas de las concentraciones de estos iones. Los iones de carbonatos y bicarbonatos son algunos de los iones dominantes presentes en las aguas naturales; por lo tanto, las mediciones de alcalinidad proporcionan información sobre las relaciones de los iones principales y la evolución de la química del agua. Este parámetro está íntimamente ligado con las formas en la cual se encuentran el dióxido de carbono. Cuando el CO_2 penetra en el agua, rápidamente se hidrata formando el ácido carbónico.⁴³

b. Dureza total

En aguas continentales está determinada por la concentración de metales alcalinotérreos originados por depósitos calcáreos de la superficie terrestre. Los iones de calcio y magnesio se combinan fácilmente con los carbonatos y bicarbonatos, dando origen a la dureza temporal y con los sulfatos, cloruros y nitratos lo que se conoce como dureza permanente. Debido a que en las aguas naturales los iones más comunes son los de Ca y Mg. La dureza se define como la concentración de estos iones expresado como carbonato de calcio.⁴³

c. Cloruro

Se presenta bajo la forma de cloruro de sodio, la que determina la salinidad de las aguas. El ion cloruro se encuentra con frecuencia en las aguas naturales y residuales, en concentraciones que varían desde unos pocos ppm hasta varios g/L. Este ion ingresa al agua en forma natural, mediante el lavado que las aguas de la lluvias realizan sobre el suelo y sobre todo como consecuencia de la introducción de excretas humanas y en general las de todos los organismos superiores, (la orina principalmente, ya que su concentración es 500 mg/l).⁴³

d. pH

El pH es una expresión de carácter ácido o básico de un sistema acuoso en una expresión química, es una medida de la concentración molar del ion hidrogenión en un medio acuoso; los conceptos de pH, alcalinidad y acidez se relacionan mutuamente debido a que el pH de la muestra, se utiliza como criterio para determinar si la capacidad amortiguadora de muestra se puede medir en función de su acidez o alcalinidad; en este sentido los conceptos de pH, acidez y alcalinidad, se asemejan mucho a los de temperatura y de calor.⁴⁴

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la zona de estudio

El área de estudio comprende siete ríos del trayecto del paso del gasoducto del Proyecto Camisea dentro del departamento de Ayacucho, en los distritos de Paras (río Tambomachay), Vinchos (río Vinchos), Acocro (río Yucay), Anco (río Sachapampa y Alfarpampa), San Miguel (río Torobamba y Úras), tal como se señala en la Tabla 2. Las ubicaciones se hallan en base al Plan armonizado de la vigilancia de la calidad de las aguas en el Proyecto Camisea, llevadas a cabo por la Dirección General de Salud Ambiental – Ayacucho (DIGESA) durante el tiempo de Junio a Diciembre del 2011.

Tabla 2. Ubicación política, geográfica de la zona de los ríos de muestreo. Ayacucho, junio a diciembre 2011.

Nro de río	Nombre del río	Localidad	Distrito	Provincia	Ubicación geográfica		Altitud (msnm)
					Este	Norte	
1	Tambomachay	Licapa	Paras	Cangallo	513729	8526291	4141
					513658	8526090	4135
2	Vinchos	Mayobamba	Vinchos	Huamanga	570769	8532884	3175
					570877	8533046	3179
3	Yucay	Parcco	Acocro	Huamanga	603159	8541253	2844
					602798	8541088	2825

(mg/l de Mg) y dureza total (mg/l CaCO₃), fueron realizadas en el laboratorio de Ecología y Control Ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

La colecta de muestras de agua lo realizó DIGESA de la siguiente manera:

Para ello emplearon frascos de polietileno, de aproximadamente de 0,7 litros, el procedimiento de colección se realizó sumergiendo los frascos en la parte media del curso del agua, haciendo que ingrese cuidadosamente el agua sin producir mucha turbulencia, una vez llenado el frasco y cerrados herméticamente fueron rotulados para su posterior traslado al laboratorio. Sin embargo, debido a las condiciones ambientales (lluvias y aumento del caudal del río) no se pudo realizar los muestreos en algunos ríos.

Tabla 3. Métodos y parámetros.

Parámetro	Unidad	Método
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	Volumétrico
Cloruro	mg Cl/l	Volumétrico
Conductividad	uS/cm	Electrométrico
Dióxido de carbono	mg/l	Ploteo
Dureza Cálcica	mg/l de Ca	Volumétrico
Dureza magnésica	mg/l de Mg	Volumétrico
Dureza Total	mg/lCaCO ₃	Volumétrico
pH		Peachimetro
Nitrógeno amoniacal	mg/l	Comparativo
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	Conductímetro
Temperatura	°C	Termómetro
Turbidez	NTU	Turbidímetro

3.3.3 Análisis estadístico

Con los datos obtenidos de las larvas de tricópteros (hasta nivel de género) y de las características físico-químicas se construyó una base de datos con el software SPSS 15 y se empleó la técnica de regresión y correlación de Spearman.

A partir del cual se obtuvo estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión los cuales fueron presentados en tablas y gráficos.

Dentro de los análisis estadísticos más empleados para el trabajo de investigación con la finalidad de detectar diferencias entre las zonas de muestreo, se empleó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis ($\alpha=0,05$). Tiene la capacidad de comparar y analizar tres o más grupos independientes, para detectar posibles diferencias entre las zonas de muestreo, para las características fisicoquímicas y de los géneros de las larvas de Trichoptera, ya que los datos aparentemente no muestran una distribución normal.

Correlación de Serman ($\alpha=0,05$), para ver si existe una significancia de relación negativa y positiva de las características ambientales y fisicoquímicas del agua.

Análisis de conglomerados. Con la finalidad de agrupar las zonas de muestreo en base a las características de las larvas de Trichoptera y del agua que presentaron y obtener información de los patrones de distribución de las zonas y de los géneros hallados.

IV. RESULTADOS

Tabla 4. Géneros de larvas del orden Trichoptera presentes en siete ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

Familia	Género	Ríos muestreados						
		Tambomachay	Vinchos	Yucay	Sachapampa	Alfarpampa	Torobamba	Úras
Calamoceratidae	<i>Banyallarga</i> Navas	-	-	-	+	+	+	-
	<i>Culoptila</i> Mosely	-	+	+	+	-	+	+
Glossosomatidae	<i>Itauara</i> Mueller	-	+	+	-	-	-	-
	<i>Mortoniella</i> Ulmer	-	+	-	-	-	-	-
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> Banks	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Cailloma</i> Ross y King	+	+	+	+	+	+	+
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> Siebold	-	+	-	-	+	-	-
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> McLachlan	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Leptonema</i> Guerin-Meneville	-	+	+	+	+	+	-
Hydroptilidae	<i>Metrichia</i> Ross	-	+	-	+	+	-	-
	<i>Ochrotrichia</i> Mosely	+	+	+	+	+	+	+
Limnephilidae	<i>Antarctoecia</i> Ulmer	+	-	-	-	-	-	-
Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> Mueller	+	+	+	+	+	+	+
Odontoceridae	<i>Marilya</i> Mueller	+	+	+	-	+	+	-
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> Curtis	-	+	-	+	+	-	-

Leyenda:

- : Ausente
- + : Presente

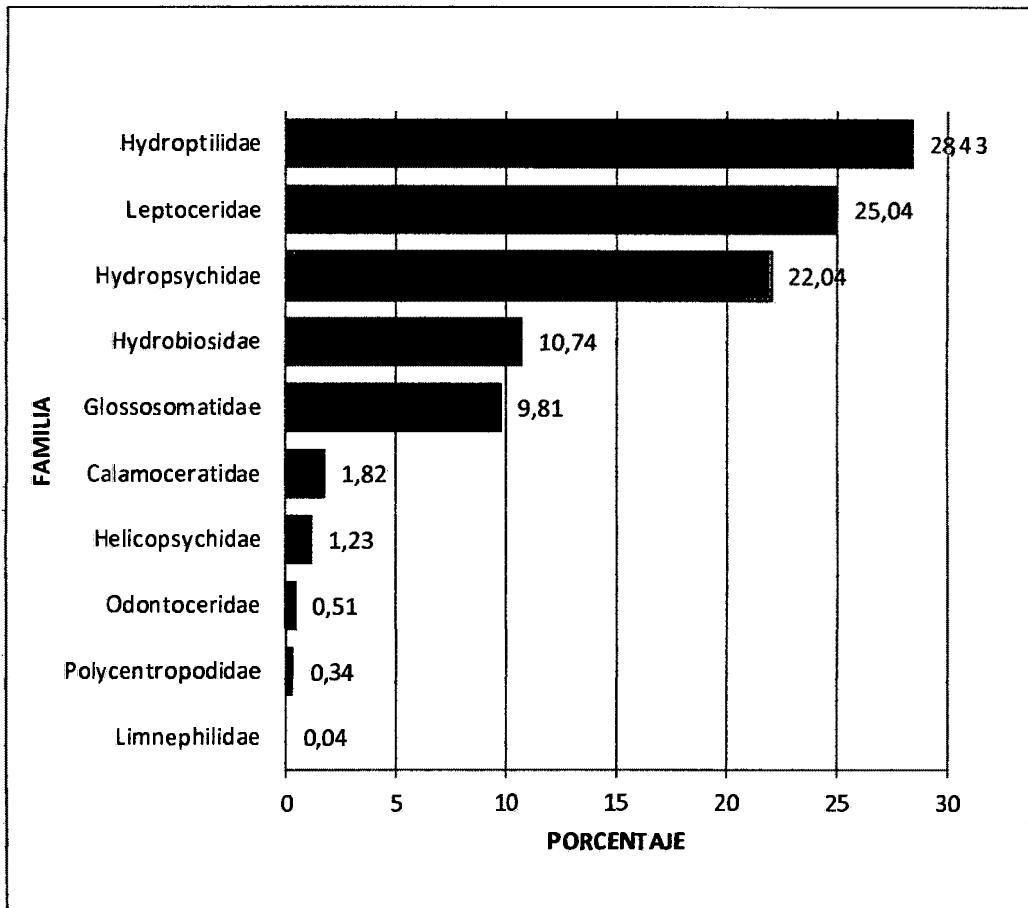


Figura 7. Abundancia relativa de las familias del orden Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

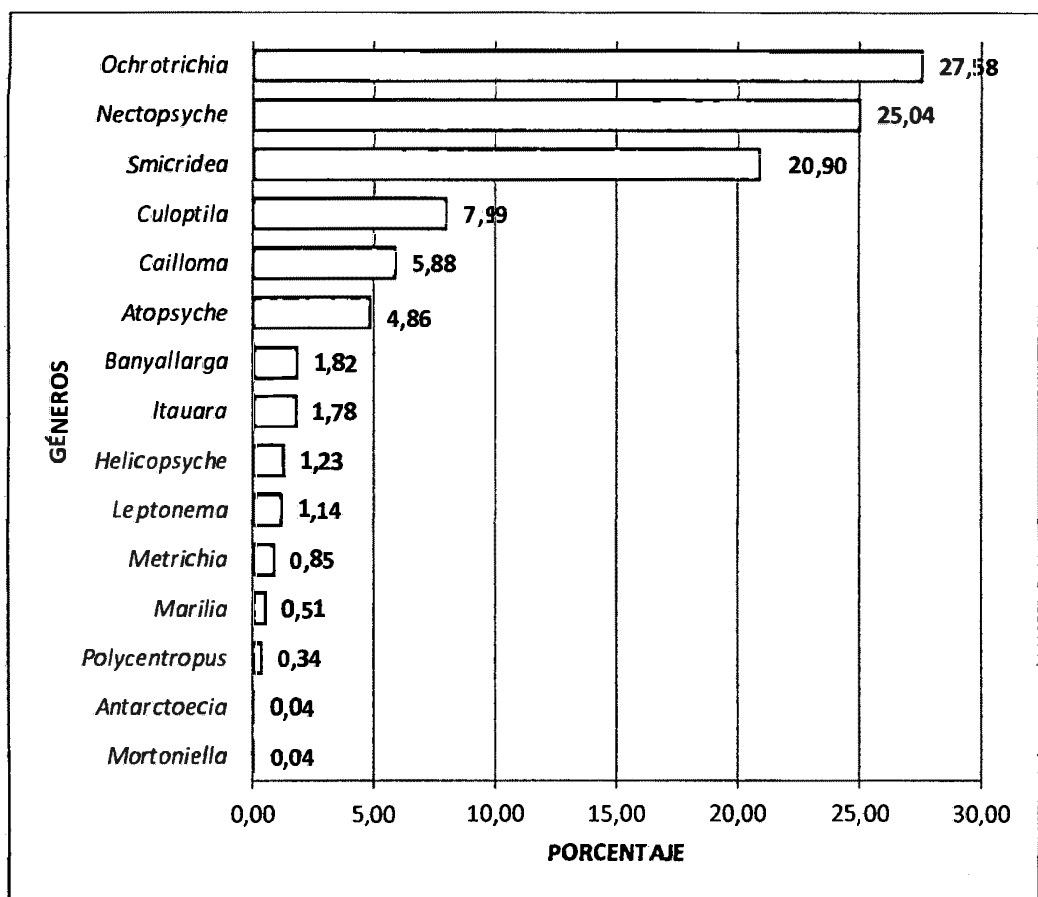


Figura 8. Abundancia relativa de larvas de los géneros de Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

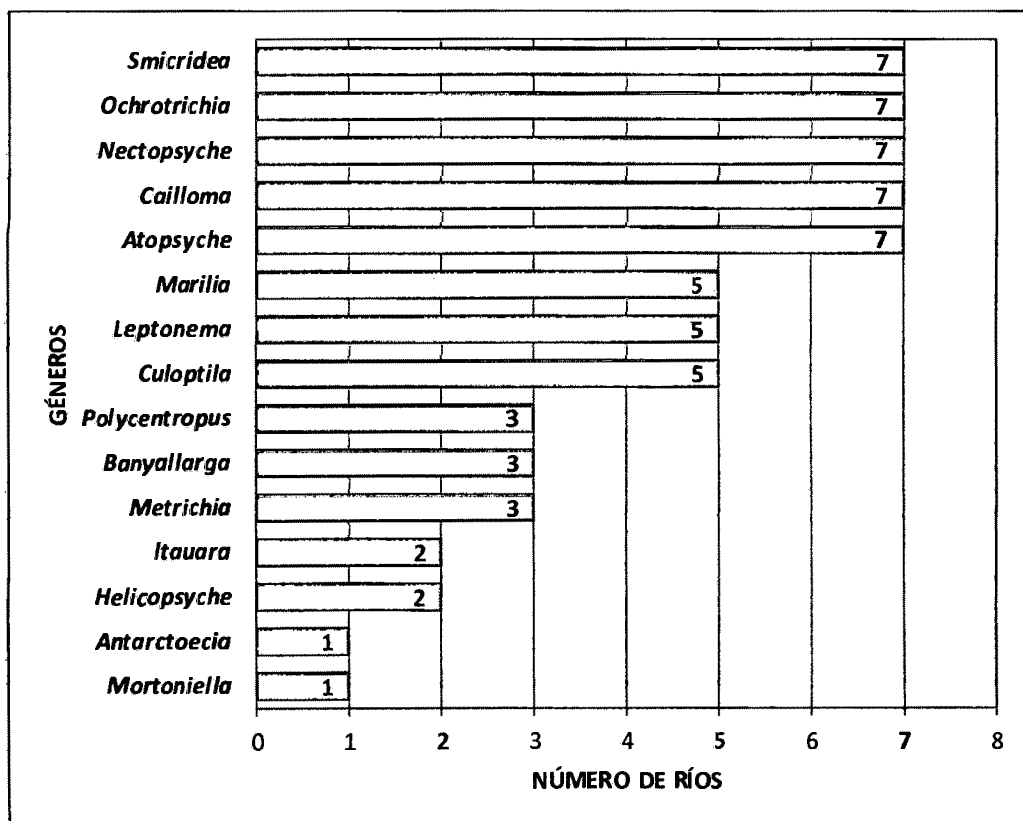


Figura 11. Distribución de géneros de larvas de Trichoptera en ríos de Ayacucho, 2011.

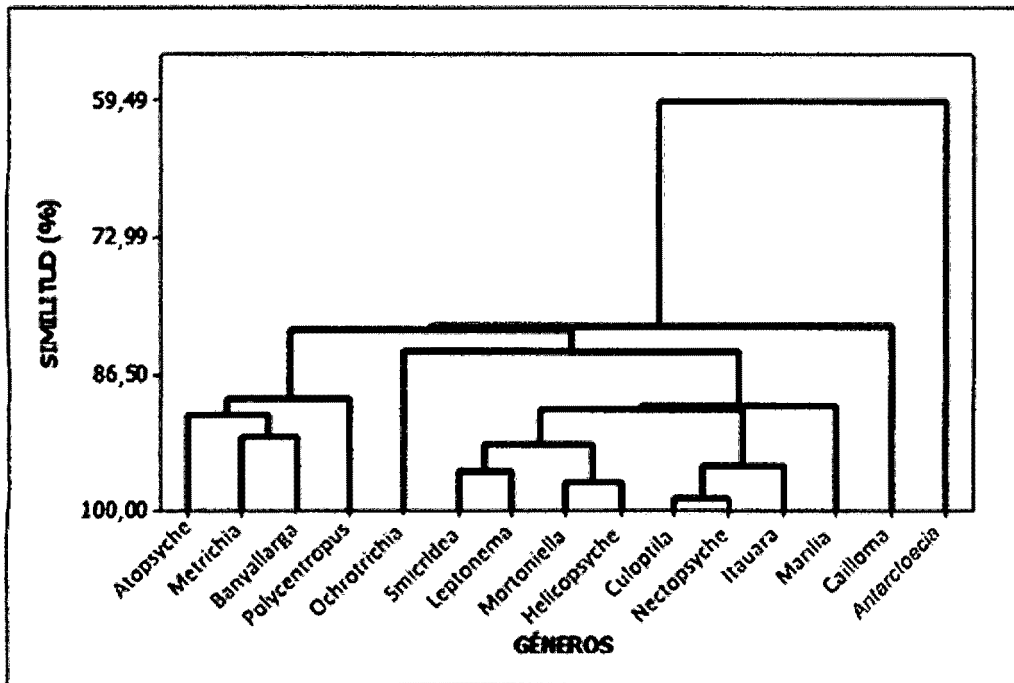


Figura 12. Dendrograma de similitud de larvas de los géneros de Trichoptera según su abundancia en ríos de Ayacucho, 2011.

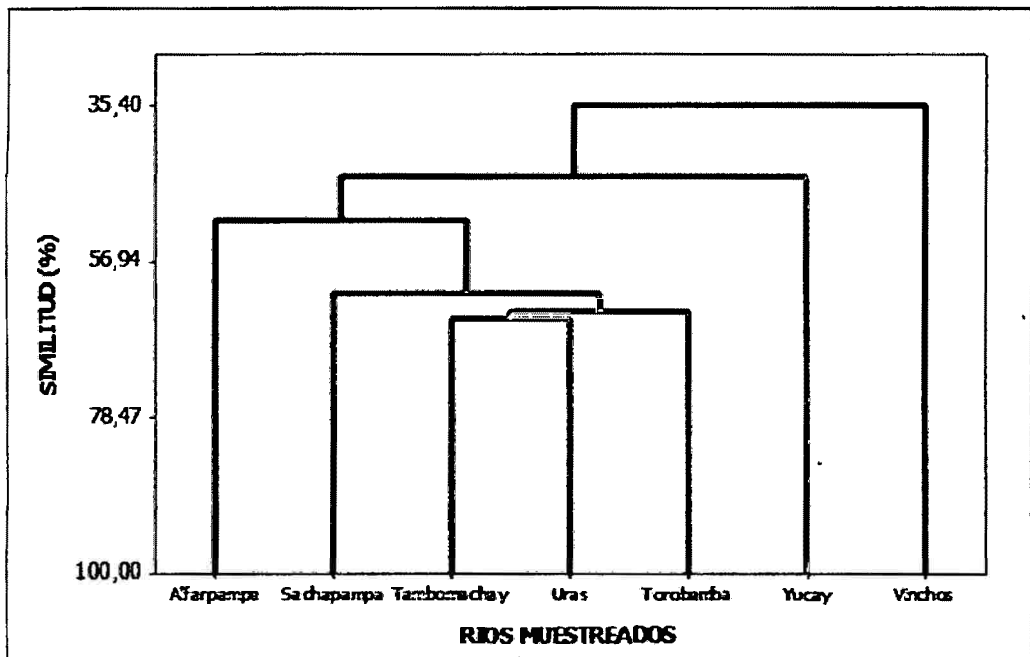


Figura 13. Dendrograma de similitud de siete ríos según géneros de Trichoptera, Ayacucho 2011.

Tabla 5. Características fisicoquímicas promedio, de las aguas de siete ríos en Ayacucho, 2011.

Características fisicoquímicas	Río							Kruskal Wallis (p)
	Alfarpampa	Sachapampa	Tambomachay	Torobamba	Uras	Vinchos	Yucay	
Alcalinidad total (mg/l CaCO ₃)	19,00	12,00	12,00	21,00	14,00	13,00	20,00	0,0028**
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	183,00	119,00	108,00	205,00	285,00	92,00	99,00	0,3879
Dureza cálcica (mg/l de Ca)	126,00	86,00	79,00	151,00	206,00	70,00	64,00	0,3280
Dureza magnésica	57,00	34,00	29,00	55,00	79,00	22,00	35,00	0,5755
Cloruro (mg Cl-/l)	6,50	4,40	13,30	6,60	5,30	33,30	6,80	0,0000**
Nitrógeno amoniacal (mg N/l)	0,92	0,68	0,50	0,99	0,50	0,67	0,81	0,0070**
pH	8,21	8,11	8,00	8,29	8,34	8,20	7,81	0,2576
Temperatura (°C)	13,73	13,90	10,91	17,14	13,49	13,80	12,49	0,0058**
Conductividad (mS/cm)	216,00	133,00	265,00	314,00	273,00	389,00	185,00	0,0003**
Turbidez (NTU)	37,01	36,34	5,81	182,85	56,00	9,71	8,68	0,0006**
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	88,00	62,00	132,00	161,00	136,00	195,00	53,00	0,0000**
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,48	5,45	5,22	15,88	6,78	5,52	5,47	0,0087**

Leyenda:

** : Altamente significativo

* : Significativo

Tabla 6. Correlación de Sperman entre la abundancia promedio relativa de los géneros de larvas de Trichoptera, y características fisicoquímicas del agua de los ríos, Ayacucho, 2011.

Características Fisicoquímicas	Géneros														
	<i>Atopsyche</i>	<i>Cailloma</i>	<i>Ochrotrichia</i>	<i>Metrichia</i>	<i>Smicridea</i>	<i>Leptonema</i>	<i>Culoptila</i>	<i>Itauara</i>	<i>Mortoniella</i>	<i>Nectopsyche</i>	<i>Banyallarga</i>	<i>Polycentropus</i>	<i>Marilla</i>	<i>Helicopsyche</i>	<i>Antarctoecia</i>
Alcalinidad total (mg/l CaCO ₃)	-0,162	-0,112	-0,083	-0,040	0,057	-0,001	0,084	-0,157	0,095	0,043	0,122	-0,067	-0,008	0,003	-0,087
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	0,014	-0,130	0,347**	0,190	0,037	0,042	-0,025	-0,041	-0,026	0,118	0,084	-0,072	-0,078	0,181	0,124
Dureza cálcica (mg/l de Ca)	-0,018	-0,149	0,394**	0,237	0,063	0,063	0,010	-0,035	-0,030	0,056	0,090	-0,066	-0,018	0,186	0,147
Dureza magnésica	-0,065	-0,274*	0,155	-0,010	-0,054	-0,083	-0,105	-0,103	0,015	0,095	0,090	0,003	-0,165	0,007	0,087
Cloruro (mg Cl-/l)	0,026	0,154	0,019	-0,090	0,582**	0,190	-0,029	0,379**	0,177	0,335**	-0,279*	-0,169	-0,002	0,075	0,124
Nitrógeno amoniacal (mg N/l)	0,139	0,134	-0,116	-0,139	0,109	0,257	-0,040	-0,205	0,091	-0,217	0,115	0,032	-0,093	0,180	
pH	-0,065	0,201	0,188	-0,044	0,126	-0,224	0,156	0,181	0,150	0,285*	-0,078	-0,014	-0,213	-0,180	-0,004
Temperatura (°C)	-0,225	-0,084	0,161	0,008	0,016	-0,032	0,019	0,220	0,139	0,176	-0,024	-0,066	0,091	-0,054	-0,199
Conductividad (mS/cm)	0,108	0,156	0,258*	-0,128	0,533**	0,196	-0,001	0,305*	0,169	0,261*	-0,038	-0,095	-0,064	0,184	0,049
Turbidez (NTU)	-0,187	-0,125	0,095	-0,114	-0,072	0,030	-0,072	0,068	-0,113	0,014	-0,174	-0,161	0,002	0,015	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	0,163	0,200	0,276*	-0,092	0,512**	0,271*	0,010	0,342**	0,177	0,184	-0,095	-0,068	-0,028	0,198	0,069
Oxígeno Disuelto (mg/l)	0,137	-0,010	0,048	-0,069	-0,138	0,007	-0,029	-0,115	-0,192	0,055	-0,029	0,006	-0,362**	-0,133	-0,102

Legenda:

** : Altamente significativo

* : Significativo

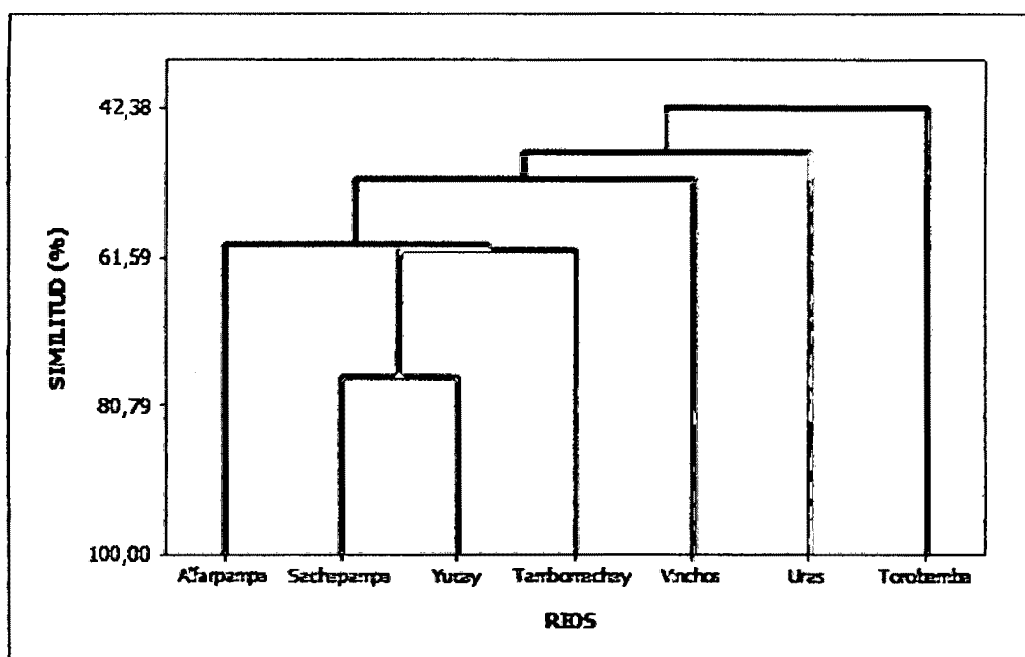


Figura 14. Dendograma de similitud de las características fisicoquímicas del agua de ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

V. DISCUSIÓN

En la Tabla 4, se registra la presencia y ausencia, de los géneros del Orden Trichoptera presentes en siete ríos del departamento de Ayacucho, reportando diez familias y 15 géneros, se observa que el género *Banyallarga* fue hallado sólo en los ríos de Sachapampa, Torobamba y Alfarpampa; mostrando mayor distribución los géneros *Atopsyche*, *Cailloma*, *Smicridea*, *Ochrotrichia* y *Nectopsyche* presentes en todos los ríos; *Culoptila* no se halló en Tambomachay y Alfarpampa; en tanto que *Itauara* sólo se halló en Vinchos y Yucay; *Antarctoecia* y *Mortoniella* se halló en Tambomachay y Vinchos respectivamente; *Helicopsyche* sólo se halló en Vinchos y Alfarpampa; *Leptonema* no se halló en Tambomachay y Uras; en tanto que *Metrichia* y *Polycentropus* se halló en Vinchos, Sachapampa y Alfarpampa; y por último el género *Marilia* no se halló en los ríos de Sachapampa y Uras; mientras que si en los otros ríos evaluados.

En la Figura 7, se observa la abundancia relativa de las familias del orden Trichoptera en siete ríos evaluados del departamento de Ayacucho, siendo así que la familia Hydroptilidae muestra una abundancia mayor con 28,43 %, seguido de la familia Leptoceridae con una abundancia de 25,04 %, la familia Hydropsychidae con 22,04 %, así mismo para las familias Hydrobiosidae con 10,74 %, Glossosomatidae con 9,81 %. En tanto que Calamoceratidae y Helicopsychidae con 1,82 % y 1,23 % respectivamente, presentan abundancias

menores, se hallan por debajo del 1 % las familias de Odontoceridae, Polycentropodidae y Limnephilidae.

Algunas familias de este orden, son de distribución mundial (Odontoceridae, Helicopsychidae y Polycentropodidae); son muy abundantes y diversificados en la región Neotropical (Hydropsychidae, Hydrobiosidae, Glossosomatidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Calamoceratidae).¹ Los tricópteros están distribuidos en todo el mundo a excepción de la región Antártida.^{4,7}

La familia Hydroptilidae en el estudio realizado fue la más abundante con 28,43 % (Figura 7); tal es así que se encontró su presencia en todos los ríos evaluados (Figura 10); para el cual se identificó dos géneros; *Ochrotrichia* y *Metrichia*, según De Moor e Ivanov ⁴, mencionan que hasta el momento se han registrado 1 679 especies de esta familia, siendo la más diversa dentro del Orden. Esta familia se caracteriza por que las larvas en su último estadio construyen refugios de seda a base granitos de arena o valvas de diatomeas, etc. y su abdomen se ensancha (Anexo 4 y 6). Según Huamantínco y Ortiz¹⁷, mencionan que para el Perú se han registrado 13 géneros de esta familia. En el presente estudio sólo se registró *Ochrotrichia* y *Metrichia*.

La familia Leptoceridae en el estudio realizado también fue la más abundante con 25,04 % (Figura 7); tal es así que su presencia se reporta en todos los ríos evaluados (Tabla 4); identificándose un único género *Nectopsyche* (Anexo 4 y 9). Según De Moor e Ivanov⁴, al igual que Fernández y Domínguez¹, mencionan que la familia Leptoceridae es de distribución cosmopolita y ocupa el segundo lugar en número de especies (1 549) dentro del Orden, tal es así en el presente estudio *Nectopsyche* ocupa el segundo lugar en abundancia relativa con 25,04 % de los demás géneros reportados de los ríos evaluados (Figura 10). Para el Perú se han registrado nueve géneros de ésta familia.¹⁷

Las características diagnosticas de este género es que las larvas construyen estuches tubulares a base de finos granos de arena, presentan antena evidente, las patas posteriores más largas que la anterior (Anexo 9). El género *Nectopsyche* es rico en especies, ya que las larvas habitan ambientes tanto loticos como lenticos, y se les clasifica según su modo de alimentación, como cortadoras y colectoras de depósitos, tal es así que tiene registradas 12 especies en Perú.¹⁷

La familia Hydropsychidae en el presente estudio muestra también que es uno de los más abundantes con 22,04 % (Figura 7); tal es así que se encontró su presencia en todos los ríos de estudio (Tabla 4). Esta familia es de distribución mundial que presenta una gran cantidad de especies, ocupa el tercer lugar en razón al número de especies descritas.³ En el presente estudio se halló los géneros *Smicridea* (20,90 %) y *Leptonema* (1,14 %) de la familia Hydropsychidae y su presencia en la mayoría de los ríos evaluados (Figura 8 y 10), las características diagnosticas de estos géneros presentan los tres tergos torácicos esclerotizados y branquias abdominales, cuerpo frecuentemente arqueado en forma de "C". (Anexo 4 y 8).

Para el Perú se han registrado seis géneros de esta familia: *Centromacronema*, *Leptonema*, *Macronema*, *Macrostemum*, *Smicridea* y *Synoestropsis*.¹⁷ El género *Smicridea* es uno de los más ricos en especies, construye refugios de seda con una red de captura para obtener su alimento siendo así que para el Perú se han registrado 16 especies de éste género.¹⁷ La familia Hydropsychidae es dominante en aguas corrientes, por su abundancia como por su diversidad.¹

La familia Hydrobiosidae en el presente estudio muestra una abundancia de 10,74 % (Figura 7), tal es así que se encontró su presencia en todos los ríos evaluados (Tabla 4); Hydrobiosidae es una familia austral, en América del Sur está representada por 21 géneros de los cuales *Cailloma*, con tres especies, se

distribuye a lo largo de la cordillera desde Chile hasta Ecuador, y *Atopsyche* con más de 115 especies, se encuentran en toda América.¹

En el presente estudio se llegó a identificar dos géneros, *Atopsyche* y *Cailloma*, estas larvas son de vida libre y no construyen habitáculos ni redes, excepto los capullos pupales; las características diagnosticas entre estos dos géneros se encuentra a nivel de la pata anterior que esta modificada para formar una quela, útil para sujetar la presa; presenta también pseudopatas anales largas (Anexo 4 y 7). Para el Perú se han registrado dos géneros *Atopsyche* y *Cailloma*; en donde que *Atopsyche* es el género con mayor número de especies en la familia, registrando 11 especies de este género mencionado.¹⁷ En el presente estudio *Atopsyche* presenta una abundancia de 4,86 % de los ríos estudiados (Figura 8 y 10).

Mientras el género *Cailloma* presenta una abundancia de 5,88 % de los ríos evaluados (Figura 8 y 10), según Flint¹¹ divide al Neotrópico Americano en dos Sub regiones: la chilena que comprende una tricotero fauna totalmente endémica y la brasileña que comprende el resto de Sudamérica hasta el norte de México con una fauna diversa y poco conocida, donde la mayor parte de las descripciones y publicaciones están relacionadas con los adultos de Trichoptera; tal es así que es el único Hydrobiosidae distribuido tanto en la subregión chilena como en la brasileña donde pertenece al Perú, por lo tanto ha sido descrito una especie de *Cailloma* para el Perú.

La familia Glossosomatidae muestra una abundancia relativa de 9,81 % (Figura 7) llegándose a identificar tres géneros; *Culoptila*, *Itauara* y *Mortoniella* (Tabla 4). Glossosomatidae es una familia cosmopolita¹⁷, el estudio de la diversidad de esta familia en la región Neotropical es todavía aun incompleto.³ Esta familia se caracteriza por que las larvas construyen estuches transportables a base de piedritas o granos de arena en forma de caparazón de tortuga. Las

características diagnosticas entre estos tres géneros hallados se encuentra a nivel de las uñas tarsales (Anexo 4 y 5). Según Flint¹⁵, menciona que en Perú estuvieron registrados tres géneros: *Mexitrichia*, *Protoptila* y *Mortoniella* y recientemente Blahnik y Holzenthal⁴⁸, sinonimizaron *Mexitrichia* a *Mortoniella*.

Según Fernández y Domínguez¹, el género *Itauara* es endémico de Argentina, Brasil y Uruguay, mas no así reportado en Perú. En el presente estudio se halló a *Itauara*, también la Lista Mundial de Trichoptera², reporta a *Itauara peruensis*. Se podría decir que este género es endémico del Neotrópico. La mayoría de las especies tienen distribuciones geográficas más o menos restringidas o endémicas, pocas están ampliamente distribuidas.¹⁵

El género *Mortoniella*, está distribuido desde México hasta Argentina y tiene registradas cuatro especies para Perú.¹⁵

La familia Calamoceratidae en el presente estudio presenta una abundancia de 1,82 % (Figura 7), tal es así que su presencia sólo se registra en algunos ríos evaluados, llegándose a identificar al género *Banyallarga* (Tabla 4 y Figura 10). En el Perú y América del Sur, han sido registrados los géneros de *Banyallarga* y *Phylloicus*.¹⁷

En el presente estudio las características diagnosticas de este género *Banyallarga* es que las larvas construyen refugios transportables de granos de arena y piedritas de forma tubular⁷, además se encontró algunos capullos con hojas superpuestas parecidas a *Phylloicus* con la aclaración que pertenece a *Banyallarga*, el labro presenta una hilera transversal de setas, el pronoto presenta una prolongación látero- anterior en forma de punta; otra característica diagnostica es la forma de la gula que es larga que llega hasta el orificio occipital (Anexo 4 y 10).

La familia Helicopsychoidea en el presente estudio representa una abundancia relativa total del 1,23 % (Figura 7), su presencia se reporta sólo en algunos ríos

en los siete ríos, por lo que los valores de la desviación típica son los que determinan la significancia.

Por otro lado los géneros *Cailloma*, *Ochrotrichia*, *Metrichia*, *Leptonema*, *Culoptila*, *Mortoniella*, *Nectopsyche*, *Polycentropus*, *Marilia*, *Helicopsyche* y *Antarctoecia*, no presentan significancia estadística (Anexo 1), lo que quiere decir que sus abundancias relativas son estadísticamente similares en los ríos estudiados, sin embargo es necesario señalar que para el caso de *Mortoniella* y *Antarctoecia*, no han sido registrados en seis ríos, por lo que los valores de la desviación típica sumamente grandes son los que determinan de la no significancia, esto va también para los géneros de *Metrichia*, *Leptonema*, *Culoptila*, *Polycentropus*, *Marilia* y *Helicopsyche* que sólo se registra en algunos ríos, mientras que en el resto de géneros han sido registrados en todos los ríos con valores similares (Anexo 1).

En los ecosistemas se observa uno o dos (pocos) taxones son dominantes de una comunidad biótica, donde presenta muchas especies raras y pocas especies abundantes en ambientes loticos y lenticos.⁵⁰

En la Figura 8, se observa la abundancia relativa de géneros hallados en los ríos evaluados del departamento de Ayacucho; donde el más abundante fue *Ochrotrichia* con 27,58 %, seguido del género *Nectopsyche* con 25,04 %, el género *Smicridea* con 20,90 %, así mismo para los géneros *Culoptila* con 7,99 %; y (*Cailloma* y *Atopsyche*) con 5,88 y 4,86 % respectivamente. Tal es así con abundancias menores a los géneros de *Banyallarga*, *Itauara*, *Helicopsyche* y *Leptonema*, así mismo géneros como, *Metrichia*, *Marilia*, *Polycentropus*, *Antarctoecia* y *Mortoniella* se hallan por debajo del 1 %. El aumento en número de algunas poblaciones es consecuencia de la falta de depredadores o la disponibilidad de alimento o por una combinación de ambos, reflejando el

incremento de individuos en las poblaciones que han tenido la capacidad de adaptarse.⁵¹

En la Figura 9, se muestra el número de géneros de larvas de Trichoptera en cada río muestreado, en el que se resalta el hecho de que el número de géneros ha sido sumamente variable, teniendo un menor número de géneros en el río Úras, mientras que en los ríos de Vinchos, Alfarpampa y Sachapampa, existe un mayor número de géneros registrados 13, 11 y 10 respectivamente, mientras que en los ríos de Yucay, Torobamba y Tambomachay los valores son similares. Estas diferencias de la diversidad de géneros entre los ríos se podrían explicar, debido a que la influencia de las características ambientales presentes en ellas, condicionan la mayor o menor diversidad biótica.⁴³

Otro aspecto resaltante de la comunidad estudiada es que su composición y abundancia es sumamente variable, principalmente referente a los ríos muestreados, observándose variación en el número de géneros presentes, tal como se puede observar en la Figura 10, que muestra la abundancia relativa por cada río muestreado, resaltando el hecho de que en los ríos evaluados muestran la dominancia de uno o dos géneros, mientras que la abundancia del resto es mínima, los que podrían ser catalogados como raros tal como sostiene anteriormente Margalef⁴⁴, es así que para el río Sachapampa muestra la abundancia relativa promedio de *Atopsyche* con 35,7 % seguido de *Cailloma* con 19,1 % y *Smicridea* con 13,6 % los demás géneros se encuentran con valores por debajo del 10 % (*Nectopsyche*, *Ochrotrichia*, *Banyallarga*, *Polycentropus*, *Metricia*, *Culoptila* y *Leptonema*); en este río se encontró diez géneros. En el río Tambomachay muestra la abundancia relativa promedio de *Ochrotrichia* con 38,9 % seguido de *Cailloma* con 35,8 % y *Marilia* con 19 % mientras los demás géneros se encuentran con valores por debajo del 10 % (*Atopsyche*, *Smicridea*, *Antarctoecia* y *Nectopsyche*), en este río se encontró siete géneros. En el río

Torobamba se encontró nueve géneros donde *Cailloma*, *Smicridea*, *Ochrotrichia*, *Nectopsyche* presentan valores en abundancia de 18,81, 17,86, 17,49, 16,97 % respectivamente, mientras los demás géneros se encontraron con valores por debajo del 10 % (*Atopsyche*, *Leptonema*, *Culoptila*, *Banyallarga* y *Marilia*). El río Uras es menos diverso de todos los ríos estudiados donde se encontró seis géneros, hallando el género *Nectopsyche* con mayor abundancia con 28,6 % seguido de *Smicridea* con 19,6 % así mismo *Atopsyche*, *Ochrotrichia* y *Culoptila* con 16,7, 14,3, 12,9 % respectivamente. Con menor abundancia se encontró a *Cailloma* con 8,1 %. El río Vinchos fue el más diverso hallándose 13 géneros, donde *Smicridea* fue la más abundante con 49,5 % seguido de *Nectopsyche*, *Atopsyche*, *Ochrotrichia* con abundancias relativas de 16,8, 10,5, 9,6 %, respectivamente, mientras los demás géneros se encontraron con valores por debajo del 10 % (*Helicopsyche*, *Leptonema*, *Cailloma*, *Culoptila*, *Itauara*, *Marilia*, *Polycentropus*, *Mortoniella*). En el río Yucay se encontró nueve géneros donde *Nectopsyche* presenta una abundancia de 43,6 %, *Smicridea*, *Cailloma*, *Culoptila*, *Itauara*, con valores de 15, 13,6, 10,2, 9,6 % respectivamente, géneros por debajo del 10 % (*Atopsyche*, *Marilia*, *Leptonema*, *Ochrotrichia*). Y por último el río Alfarpampa también fue el más diverso hallándose 11 géneros, en comparación con los otros ríos (Figura 9), donde *Cailloma* presentó una abundancia de 31 % seguido de *Atopsyche*, *Ochrotrichia*, *Smicridea*, *Banyallarga*, con valores de 20, 13,8, 12,8 y 10,6 % respectivamente, mientras que *Nectopsyche*, *Leptonema*, *Helicopsyche*, *Metrichia*, *Polycentropus* y *Marilia* con valores menores del 10 %. Con lo señalado y respecto a la abundancia de cada género en cada río evaluado podemos coincidir con Roldan⁵¹, mencionado anteriormente, que el aumento en número de algunas poblaciones es consecuencia de la falta de depredadores o la disponibilidad de alimento o por una combinación de ambos, reflejando el incremento de individuos en las

poblaciones que han tenido la capacidad de adaptarse. Lo mismo con Margalef⁵⁰, sostiene que cualquier comunidad biótica presenta muchas especies raras y pocas especies abundantes en ambientes loticos y lenticos.

En la Figura 11, se observó la distribución, medida como número de ríos en los que se hallaron los géneros de Trichoptera. En esta figura se observa mucho más claramente, los géneros que tienen amplia distribución en los ríos estudiados, tal es el caso de *Smicridea*, *Ochrotrichia*, *Nectopsyche*, *Cailloma* y *Atopsyche*, que han sido registrados en todos los ríos. *Marilia*, *Leptonema*, *Culoptila*, presentan una distribución menor, ya que han sido registrado en cinco ríos, de igual manera para *Polycentropus*, *Banyallarga*, *Metrichia*, *Itauara* y *Helicopsyche* están presentes en tres y dos ríos; así mismo señalar que para el caso de *Antarctoecia* y *Mortoniella* sus abundancias relativas han sido muy mínimas, presentando solo en el río Tambomachay y Vinchos respectivamente, con una abundancia menor al 1 % (Figura 10).

En la Figura 12, muestra el dendograma de similitud de las larvas de los géneros de Trichoptera según su composición y abundancia, en donde se forma dos conglomerados a un nivel de 60 % de similitud, representados por *Antarctoecia* y el resto de organismos, el género *Antarctoecia* se encuentra disímil del resto de géneros, diferencia notoria que se debe a que es el organismo menos abundante (0,04 %), resaltando que sólo se encontró en el río Tambomachay (Figura 8 y 10 y tabla 4), así mismo señalamos que el género *Mortoniella* igualmente solo se encontró en uno solo (río Vinchos), el cual es menos abundante al igual que *Antarctoecia*, por razones que el río Vinchos es el más diversos en géneros encontrados y características ambientales propios de la zona. El segundo conglomerado estuvo constituido por géneros más abundantes y de más amplia distribución en los ríos mencionados.

En la Figura 13, muestra el dendograma de similitud de siete ríos en base a las características de los géneros de Trichoptera según su composición y abundancia, en donde se forma cuatro conglomerados a un nivel de 60 % de similitud. La primera constituida por el río Alfarpampa, el segundo por resto de ríos (Sachapampa, Tambomachay, Uras y Torobamba), el tercero por río Yucay y el cuarto conglomerado por el río Vinchos. Este análisis nos permite determinar que el río Vinchos, Alfarpampa presentan la mayoría de géneros encontrados en una cantidad de 13 y 11 respectivamente, son ríos con una riqueza de géneros al igual que el río Yucay que presenta nueve géneros de esta manera se muestra la diversidad que poseen y que son diferentes a la gran mayoría de ríos agrupados en segundo conglomerado de resto de ríos. El segundo conglomerado agrupa ríos que comparten las mismas características. Wiggins ²⁹, menciona que las larvas del orden Trichoptera viven en todo tipo de hábitat (loticos y lenticos), pero en los loticos y fríos es donde parece presentarse la mayor diversidad.

En la Tabla 5 se observa las características fisicoquímicas promedios de las aguas de los ríos estudiados, en el que resalta en forma general que dichos valores son muy variables entre los ríos, es decir se encontró que en algunos presentan valores elevados y bajos en determinadas características; así por ejemplo en cuanto a dureza total hay ríos que presentan valores altos como el río Uras, Torobamba y Alfarpampa con valores de 285, 205 y 183 mg/l CaCO₃, respectivamente, y ríos que presentan valores bajos como Vinchos y Yucay con valores de 92 y 99, respectivamente, estos valores se deben probablemente por el incremento de iones de cloruros y fosfatos. Al realizar la prueba estadística de Kruskal-Wallis, para comparar los valores fisicoquímicos entre los ríos, se halló significancia para alcalinidad, cloruro, nitrógeno amoniacal, temperatura, conductividad, turbidez, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto, lo que se

interpreta como que sus valores son diferentes entre los ríos, mientras que el resto de características (dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica y pH) no fueron significativas en el análisis estadístico, lo que se interpreta como que sus valores son iguales entre los ríos. Por otro lado es importante señalar que, los valores fisicoquímicos en un mismo río, como alcalinidad total, dureza total, cloruros, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales turbidez y algunos otros más, muestran una tendencia a la variación a lo largo del año. Roldan⁴³, sostiene que la conductividad está en relación directa con la concentración de minerales (iones disueltos en el agua) y la concentración de los sólidos disueltos totales. Los ríos por su parte son oligotróficos en su nacimiento, pero su conductividad y su concentración de iones va aumentando progresivamente a medida que llegan a los valles por efectos de la erosión del cauce, al arrastre de sedimentos y la escorrentía provocada por las lluvias.⁴³

En la Tabla 6, se muestra los valores de los coeficientes de correlación de Spearman, entre la abundancia relativa promedio de los géneros de Trichoptera hallados y las características fisicoquímicas del agua de los ríos, se observa que *Ochrotrichia* es el género que presenta el mayor número de correlaciones significativas ($p < 0,05$) con las características fisicoquímicas (dureza total, dureza cálcica, conductividad y sólidos disueltos totales), con tres correlaciones significativas los géneros *Smicridea* y *Itauara* comparten (cloruros, conductividad eléctrica y Sólidos disueltos totales), *Nectopsyche* (cloruros, pH y conductividad); con una característica *Cailloma* (Dureza magnésica), *Leptonema* (Sólidos disueltos totales), *Banyallarga* (Cloruro) y *Marilia* (Oxígeno disuelto) y mientras que *Atopsyche*, *Metrichia*, *Culoptila*, *Mortoniella*, *Polycentropus*, *Helicopsyche* y *Antarctoecia* con ninguna característica. Margalef⁴⁴, sostiene que todo organismo está adaptado a sobrevivir en determinadas condiciones ambientales, presentando un rango de tolerancia donde si estas son óptimas los

3. Las características fisicoquímicas de las aguas de los ríos estudiados, son muy variables, mostrando un mayor número de correlaciones (Sperman) significativas ($p < 0,05$) con *Ochrotrichia* (dureza total, dureza cálcica, conductividad y sólidos disueltos totales), mientras que la conductividad eléctrica, cloruros y sólidos disueltos totales, muestran correlación significativa con cuatro géneros (*Smicridea*, *Ochrotrichia*, *Itauara* y *Nectopsyche*).

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar mayores estudios en calidad de las aguas considerando otros parámetros fisicoquímicos como coliformes fecales, metales pesados, aceites, para poder tener un diagnóstico más certero y confiable.
2. Se recomienda tener cuidado al momento de seleccionar las muestras de bentos en vista que los tricópteros son organismos muy miméticos con el sustrato, para evitar pérdidas en su densidad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernández H, Domínguez E. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Tucumán – Argentina: Fundación Miguel Lillo; 2009.
2. Morse JC. Trichoptera World Checklist [base de datos Internet] 2013 [Acceso 21 de julio del 2013]; Disponible en:
<http://entweb.clemson.edu/database/trichopt/index.htm>
3. Holzenthal L R, Blahnik R, Prather A, Kjer K. Orden Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. Zootaxa [revista en Internet] 2007 [Acceso 16 de julio del 2013]; vol.1668: (01) p. 639-698. Disponible en:
<http://www.mapress.com/zootaxa/2007f/zt01668p698.pdf>
4. De Moor FC, Ivanov VD. Global diversity of Caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater. Hydrobiología [revista en Internet] 2008 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol. 595: 393-407. Disponible en:
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10750-007-9113-2#page-1>
5. Posada J, Roldan G. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el nor-occidente de Colombia. Caldasia [Revista en Internet] 2002 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol. 25:(1) p. 169-192. Disponible en:
<http://www.uwex.edu/ces/csreesvolmon/special/EPAListserv/zoologia2.pdf>
6. Rueda Martin Paola A. Morfología y biología de los estados inmaduros de *Marilia cinerea* y *M. elongata*, con redescrición del macho adulto de *M. cinerea* (Trichoptera: Odontoceridae). Rev. Soc. Entomol. Argent. [Revista online] 2008 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol.67, n.1-2, pp. 11-20. Disponible en:
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037356802008000100002&lng=es&nrm=iso. ISSN 1851-7471.
7. Rueda Martin Paola A. The immature stages of *Phylloicus lituratus* (Trichoptera: Calamoceratidae) with new records of *Phylloicus* and *Banyallarga* species in northwestern Argentina and southern Bolivia. Zootaxa [Revista en Internet] 2013 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol. 3669 (3): 321–330 disponible en:
<http://www.mapress.com/zootaxa/2013/f/z03669p330f.pdf>
8. Rueda Martin Paola A. Associations, new records, and a new species of *Atopsyche* from northwestern Argentina and southern Bolivia (Trichoptera:

- Hydrobiosidae). Zootaxa [Revista en Internet] 2006 [Acceso 21 de Julio del 2013]; vol. 1367: 51–62. Disponible en:
<http://www.mapress.com/zootaxa/2006f/z01367p062f.pdf>
9. Pes O, Hamada N, Nessimian J. Chaves de identificación de larvas para familias e géneros de Trichoptera (Insecta) da Amazonia Central, Brasil. Revista Brasileira de Entomología [Revista en Internet] 2005 [Acceso 21 de julio del 2013]; 49(2): p. 181-204. Disponible en:
<http://www.scielo.br/pdf/rbent/v49n2/a02v49n2.pdf>
 10. Martynov AB. On two collections of Trichoptera from Peru. Annu. Mus. Zool. Acad. Imp. Sci. St Petersburg [Revista en Internet] 1912 [Acceso 21 de Julio del 2013]; vol. 5:14, pp. 1-40. Disponible en:
http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=im&paperid=6952&option_lang=eng
 11. Flint OS. Studies of Neotropical caddisflies, XX: Trichoptera collected by the Hamburg South-Peruvian Expedition. Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg [Revista en Internet] 1975 [Acceso 25 de julio del 2013]; vol.4:(90), pp. 565-573. Disponible en:
http://agricola.nal.usda.gov/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?Search_Arg=CAIN759066598&DB=local&CNT=25&Search_Code=GKEY&STARTDB=AGRIDB
 12. Flint OS. Trichoptera VI. In: S. W. Roback, Eds. The results of the Catherwood Foundation Bolivian-Peruvian Altiplano Expedition. Part I Aquatic Insects except Diptera. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia. [Revista en Internet] 1980 [Acceso 25 de julio del 2013]; vol. 132: 213-217. Disponible en:
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/4064756?uid=2&uid=4&sid=21102807542947>
 13. Flint OS, Reyes LA. Studies of Neotropical caddisflies, XLVI: the Trichoptera of the río Moche basin, department of La Libertad, Peru. Proc. Biol. Soc. Wash [Revista Internet] 1991 [Acceso 16 de julio del 2013]; Vol. 104:(3); p. 474-492. Disponible en:
<http://biostor.org/reference/85773>
 14. Flint OS. The Trichoptera Collected on the Expeditions to Parque Manu, Madre de Dios, Peru. In: Don Wilson y A. Sandoval, eds. Manu the Biodiversity of Southeastern Peru. 1996; 369-430.

15. Flint OS, Holzenthal RW, Harris SC. Catalog of the Neotropical Caddisflies (Insecta: Trichoptera). Ohio Biological Survey, Columbus; [Revista Internet] 1999 [Acceso 16 de julio del 2013]; vol. 4, p. 239 Disponible en: <http://www.entomology.umn.edu/museum/projects/catalog.html>
16. Robertson DR, Holzenthal RW. Two new species and a new record of Protoptila from Bolivia (Trichoptera: Glossosomatidae: Protoptilinae). Ann. Entomol. Soc. Am. [Revista Internet] 2008 [Acceso 16 de julio del 2013]; vol. 101(3): 465-473. Disponible en: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/00138746%282008%29101%5B465%3ATNSAAN%5D2.0.CO%3B2?journalCode=esaa>
17. Huamantínco A, Ortiz W. Clave de géneros de larvas de Trichoptera (Insecta) de la Vertiente Occidental de los Andes, Lima, Perú. Revista peruana biología [revista en Internet] 2010 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol 17 (1): p. 075-080. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195014936009>
18. Ávalos E, Castro T, García J. Estudio de los aspectos Limnológicos – Pesqueros del río Yucaes – Ayacucho. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Departamento de Ciencias Biológicas; 1983.
19. Carrasco C. Estructura de la Comunidad Béntica de Macroinvertebrados en el Río Huatatas y su Relación con su Calidad de Agua, Ayacucho. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2001.
20. Carrasco C. Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la provincia de Huamanga. Ayacucho 2003-2004. [Tesis de Maestría]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú; 2005.
21. Guardia D. Calidad fisicoquímico, microbiológico y macroinvertebrados bentónicos del río Yucaes. Ayacucho, marzo 2001 a octubre 2002. [Tesis de pre grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2007.
22. Madueño A. Composición y estructura de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Huanta, Ayacucho 2004. [Tesis de pre grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2007.
23. Jayco M. Índices bióticos y de diversidad de la comunidad macroinvertebrada bentónica para determinar la calidad de los ríos Cachi,

- Pongora y Cachimayo, Ayacucho 2010. [Tesis de pre grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2010.
24. Davies RG. Introducción a la entomología. Madrid: Edi. Mundi-Prensa; 1991.
 25. Definición. [Internet], gestionado por WordPress-[Acceso 20 de junio 2013] disponible en: <http://definicion.de/composicion/#ixzz2XRogPA16>
 26. Definición. [Internet], gestionado por WordPress-[Acceso 21 de junio 2013] disponible en: <http://definicion.de/estructura/#ixzz2XRrGYUtX>
 27. Guevara Vera A. Control de calidad del agua, Análisis de las normas de control de calidad de las aguas. Lima-Perú. OPS/CEPIS [Revista en internet] 1996 [Acceso 15 de julio del 2013]; disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031275/031275.pdf>
 28. Merritt RW, Cummins KW. An Introduction to the Aquatic Insects of North America (3ra. Ed.) Kendall/Hunt, Dubuque [Internet] 1996 [Acceso 16 de Julio del 2013]; p. 862. Disponible en: <http://coweeta.uga.edu/publications/221.pdf>
 29. Wiggins G. Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera) 2ª. ed. Toronto: University of Toronto Press; 1996.
 30. Springer M. Capítulo 7: Trichoptera. Revista de Biología tropical [Revista en Internet] 2010 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol. 58: (04); p. 151 -198. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800007
 31. García A, Ayala R. Artrópodos de Chamela, México: Edit. Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México; 2004.
 32. Río negro Fly Cast: ciclo de vida de los insectos. [Internet] 2011 [Acceso 20 de junio 2013] disponible en: <http://insectosacuaticos.blogspot.com/2010/10/insectos-acuaticos-del-rio-chimehuin.html>
 33. First Nature. Trichoptera the Caddis or Sedge Flies. [Internet] 2011 [Acceso 15 de junio 2013] disponible en: <http://www.first-nature.com/insects/trichoptera/>
 34. Dale Parker, AquaTax Consulting, Saskatchewan Caddisflies (Trichoptera). [Internet] 1999 [Acceso 15 de junio 2013] disponible en: <http://www.aquatax.ca/trichoptera.html>

35. Resh V. Freshwater benthic macroinvertebrates and rapid assessment procedures for water quality in developing and newly industrialized countries pp. 167-180 En: W.S. Davis, T.P. Simon (eds.) Biological assessment and criteria: A tool for resource planning and decision makes Lewis Pub., Boca Raton; 1994.
36. Huamantínco A, Nessimian J. Variation and life strategies of the Trichoptera (Insecta) larvae community in a first order tributary of the Paquequer River, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biología* [Revista en Internet] 2000 [Acceso 16 de julio del 2013]; vol. 60 (01); p. 73-82. Disponible en URL: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S003471082000000100010&script=sci_arttext
37. Wikipedia. la enciclopedia libre (Trichoptera). [Internet] 2013. [Acceso 15 de junio 2013] disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Trichoptera>
38. Ricardo Calor A. Ordem Trichoptera Kirby 1813 (Arthropoda: Insecta) de Identificación de larvas de insectos acuáticos de Estado de Sao Paulo: Trichoptera. [Guía Online] [Acceso 21 de Julio del 2013] disponible en: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guia_online/Guia_Trichoptera_b.pdf
39. Wiggins GB. Caddisflies: the Underwater Architects. University of Toronto Press [Internet] 2004 [Acceso 21 de Julio del 2013] Disponible en: http://books.google.com.pe/books?id=gsFYGVzG4JcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
40. Fischer F. Trichopterorum Catalogus. Amsterdam: Nederlandsche Entomologische Vereeniging. Amsterdam; 1973.
41. Malicky H. First speculation on the size of areas and the number of species of caddisflies (Trichoptera) in south-eastern Asia. In Otto, C. (ed.), *Proceedings of the 7th International Symposium on Trichoptera*; 1993.
42. Morse JC. Trichoptera (Caddisflies). In Resh, V. H. & R. T. Carde (eds), *Encyclopedia of Insects*. Elsevier, 2003; 1145–1151.
43. Roldan Pérez G. *Fundamentos de limnología*. Antioquia – Medellín: Editorial Universidad Antioquia; ISBN 958–655–081–8; 1992.
44. Margalef R. *Limnología*. Barcelona-España: Ediciones Omega S.A.; 1983.
45. SUNASS (Superintendencia de servicio de saneamiento). *Manual de procedimiento de análisis de agua*. Lima, Perú; 1997.

46. Fajardo Vargas W. Aplicación del plan armonizado de la vigilancia de la calidad de las aguas en el Proyecto Camisea. Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), Cusco; 2010.
47. Schmid F. Essai d'évaluation de la faune mondiale des Trichoptères. In Morse JC. (ed.), Proceedings of the 4th International Symposium on Trichoptera. Dr. W. Junk Publishers, Series Entomológica 30. The Hague, 337; 1984.
48. Blahnik RJ, Holzenthal RW. Revision of the Mexican and Central America species of *Mortoniella* (Trichoptera: Glossosomatidae: Protoptilinae). Zootaxa [revista en Internet] 2008 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol. 1711: 1-72. Disponible en:
<http://www.mapress.com/zootaxa/2008/f/z01711p072.pdf>
49. Flint OS. Studies of Neotropical caddisflies, XXX: Larvae of the genera of South American Limnephilidae (Trichoptera). Smithson. Contr. Zool. 355: 1-30; 1982.
50. Margalef R. Ecología. Barcelona España: Editorial Omega S.A; 1977.
51. Roldan G. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia; 1996.
52. Pla L. Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C; 1986.

ANEXOS

Anexo 01

Tabla 7. Densidad poblacional total de Trichoptera, en siete ríos estudiados del departamento de Ayacucho, 2011.

Géneros	Ríos							Subtotal	Kruskal Wallis (p)
	Alfarpampa	Sachapampa	Taribomachay	Torobamba	Uras	Vinchos	Yucay		
<i>Atopsyche</i>	35	34	4	9	2	28	3	115	0,0131*
<i>Cailloma</i>	53	11	9	21	2	23	20	139	0,3986
<i>Ochrotrichia</i>	396	8	44	17	5	180	2	652	0,1716
<i>Metrichia</i>	15	4	0	0	0	1	0	20	0,3742
<i>Smicridea</i>	4	18	3	14	4	418	33	494	0,0004*
<i>Leptonema</i>	2	1	0	2	0	19	3	27	0,5506
<i>Culoptila</i>	0	1	0	8	3	58	119	189	0,2540
<i>Itaura</i>	0	0	0	0	0	19	23	42	0,0006*
<i>Mortoniella</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0,7037
<i>Nectopsyche</i>	6	4	1	29	12	221	319	592	0,0669
<i>Banyallarga</i>	29	10	0	4	0	0	0	43	0,0044*
<i>Polycentropus</i>	1	6	0	0	0	1	0	8	0,3475
<i>Marilia</i>	1	0	2	1	0	3	5	12	0,4561
<i>Helicopsyche</i>	2	0	0	0	0	27	0	29	0,4216
<i>Antarctoecia</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0,0884

Leyenda:

* : Significativo

Anexo 02

Tabla 8. Prueba de Kruskal-Wallis de la abundancia relativa de los géneros de Trichoptera.

Géneros	Chi-cuadrado	g	Sig. asintót.
<i>Atopsyche</i>	16,130	6	0,013
<i>Cailloma</i>	6,224	6	0,399
<i>Ochrotrichia</i>	9,034	6	0,172
<i>Metrichia</i>	6,455	6	0,374
<i>Smicridea</i>	24,893	6	0,000
<i>Leptonema</i>	4,947	6	0,551
<i>Culoptila</i>	7,789	6	0,254
<i>Itaura</i>	23,737	6	0,001
<i>Mortoniella</i>	3,800	6	0,704
<i>Nectopsyche</i>	11,786	6	0,067
<i>Banyallarga</i>	18,842	6	0,004
<i>Polycentropus</i>	6,720	6	0,348
<i>Marilia</i>	5,713	6	0,456
<i>Helicopsyche</i>	6,014	6	0,422
<i>Antarctoecia</i>	11,000	6	0,088

Leyenda:

a: Prueba de Kruskal-Wallis

b : Variable de agrupación: RÍO

Anexo 03

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de géneros de Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

Géneros	Media	Máximo	Mínimo	Desviación típica
<i>Atopsyche</i>	14,32	100,00	0,00	23,82
<i>Cailloma</i>	17,24	100,00	0,00	30,52
<i>Ochrotrichia</i>	13,36	100,00	0,00	27,48
<i>Metrichia</i>	0,59	23,10	0,00	3,13
<i>Smicridea</i>	21,58	100,00	0,00	30,30
<i>Leptonema</i>	3,04	100,00	0,00	13,48
<i>Culoptila</i>	4,14	68,80	0,00	13,14
<i>Itaura</i>	1,57	76,70	0,00	9,55
<i>Mortoniella</i>	0,15	10,00	0,00	1,24
<i>Nectopsyche</i>	16,83	100,00	0,00	27,06
<i>Banyallarga</i>	3,22	52,90	0,00	10,77
<i>Polycentropus</i>	0,81	27,30	0,00	3,87
<i>Marilia</i>	2,34	100,00	0,00	12,63
<i>Helicopsyche</i>	0,76	29,30	0,00	4,04
<i>Antarctoecia</i>	0,07	4,50	0,00	0,56

Anexo 04

Tabla 10. Características taxonómicas de los géneros encontrados en ríos del departamento de Ayacucho 2011.

4.1. Familia Glossosomatidae

A. Género: *Itauara*

1. Uñas de la pseudopata anal con 3 o más pares de dientes accesorios (Figura 19: A).
2. Uña de la pata anterior con pelo basal ancho (Figura 19: B).
3. Esclerito del segmento IX cóncavo en su margen apical.
4. Casita a menudo con piedras más grandes en los costados (Figura 19: C y D).

B. Género: *Culoptila*

1. Seta de la uña tarsal más larga que el proceso en la base de la uña (Figura 19: E).
2. Uñas de la pseudopata anal con 3 o más pares de dientes accesorios (Figura 19: F).
3. Casa más o menos uniforme de piedras pequeñas (Figura 19: G y H).

C. Género: *Mortoniella*

1. Seta de la uña tarsal gruesa y corta (Figura 19: I).
2. Uña anal con dos pares de dientes accesorios (Figura 19: J).
3. Larva de *Mortoniella* sp. (Figura 19: K).

4.2. Familia Hydroptilidae

A. Género: *Ochrotrichia*

1. Abdomen con terguitos y anillos dorsales (Figura 20: A.1 y A.2).
2. Protórax ligeramente curvado. (Figura 20: B).
3. Esquinas antero-laterales del meso y meta noto algo lobulado sin seta (Figura 20: B).
4. Uñas tarsales de todas las patas con seta: propata, mesopata y metapata, respectivamente (Figura 20: E.1, E.2 y E.3).
5. Casita de seda cubiertas de granito de arena de dos formas distintas de dos valvas aplanadas lateralmente o como un caparazón de tortuga (Figura 20: A.1).

B. Género: *Metrichia*

1. Abdomen con anillos dorsales, sin terguitos desde el III al VIII segmento (Figura 20: C).
2. Borde ántero-lateral de mesonoto anguloso; protórax curvado, vista lateral (Figura 20: D Y F).
3. Espina basal de las uñas de las patas torácica no ensanchada: propata, mesopata y metapata, respectivamente (Figura 20: H.1, H.2 y H.3).
4. Casita de dos valvas, aplanada lateralmente, de seda, con algas filamentosas a veces con dos aperturas en su cara dorsal (Figura 20: G).
5. Patas torácicas aproximadamente de la misma longitud; patas anales cortas no proyectadas fuera del cuerpo. Patas no recubiertas por muchas setas (Figura 20: H.1, H.2 y H.3).

4.3. Familia Hydrobiosidae

A. Género: *Atopsyche*

1. Protórax esclerotizado, meso y metanoto sin escleritos (Figura 21: A).
2. Cabeza y protórax presentan coloraciones oscuras y con puntos claros amarillo; cabeza alargada, rectangular; gula en forma triangular (Figura 21: B y C).
3. Mandíbulas con tres dientes apicales romos (Figura 21: D).
4. El prosterno está constituido por tres piezas esclerosadas, el esclerito central aproximadamente hexagonal y dos laterales cortas de forma irregular ubicadas en la parte superior (Figura 21: E).
5. Tibia, tarso de la pata anterior no fusionados (separados); prolongación ventro-distal del fémur de la pata anterior generalmente ancho (Figura 21: F y G).
6. Segmento abdominal IX, con un pequeño esclerito dorsal (Figura 21: H).
7. Pseudopata anal con esclerito lateral largo; con una espina basal delgada y corta; uña simple, ventral a ésta una espina fina y larga. (Figura 21: I y J).

B. Género: *Cailloma*

1. Protórax esclerotizado, meso y metanoto sin escleritos (Figura 21: K).
2. Cabeza y protórax presentan coloraciones oscuras y con puntos oscuros; cabeza alargada, cuadrangular; gula en forma triangular (Figura 21: L, LL y M).
3. Mandíbula con tres dientes apicales en punta (Figura 21: N).

4. El prosterno está constituido por tres piezas esclerosadas, el esclerito central de forma triangular y dos laterales pequeños de forma ovalada ubicadas en la parte superior (Figura 21: Ñ).
5. Tibia, tarso de la pata anterior fusionados: prolongación ventro-distal del fémur generalmente delgada; coxa y fémur de la pata anterior y posteriores ensanchados (Figura 21: O y P).
6. Segmento abdominal IX con un pequeño esclerito dorsal y pseudopatas anales (Figura 21: Q).
7. Pseudopata anal con esclerito lateral largo; con una espina basal ancha y larga (Figura 21: R y S).

4.4. Familia Hydropsychidae

A. Género: *Smicridea*

1. Las larvas tienen los tres tergos torácicos esclerotizados. Cuerpo frecuentemente arqueado en forma de C (Figura 22: A).
2. Branquias abdominales con un tallo central con pocos filamentos que no salen uniformes (Figura 22: B).
3. Cabeza casi cuadrada en vista dorsal; labrum desarrollado con setas, (Figura 22: C y D). Trocantin en forma de gancho (Figura 22: E), prosterno con tres escleritos; dos laterales superiores y uno central casi rectangular alargado (Figura 22: F). Sub mentón convexo vista ventral (Figura 22: G), mandíbula ensanchada con una hilera de dientes (Figura 22: H).
4. Propata anal con el penacho de pelos (Figura 22: I). Abdomen cubierto de pelos en forma de escamas, sin línea lateral de pelos densos.
5. Segmento ventral del segmento abdominal VIII formado por dos escleritos (Figura 22: J).

B. Género: *Leptonema*

1. Cabeza un poco alargada, sin carena a los costados de la cabeza de color uniforme (Figura 22: K y L). Larvas grandes (Figura 22: LL). Trocantin en punta sin curvatura, sub mentón dividido y ápice con setas (Figura 22: M y N).
2. Branquias abdominales con un tallo central grueso y largo, los filamentos laterales salen uniformes a lo largo de este (Figura 22: Ñ).
3. Abdomen cubierto de pelos finos con una línea lateral de pelos densos en larvas maduras (Figura 22: O).

4. Segmento abdominal VIII con dos escleritos separados; base de la pseudopata presenta dos escleritos laterales (Figura 22: P).
5. Pseudopatas anales normales (no excesivamente largas ni dobladas en ángulo, propata anal con el penacho de pelos desarrollado (Figura 22: Q).

4.5. Familia Leptoceridae

Género: *Nectopsyche*

1. Casa alargada cónica de pequeños granos de arena muy finos (Figura 23: A).
2. Metanoto membranoso; tubérculo lateral del primer segmento abdominal con área esclerotizada circular y barra arqueada hacia el vientre (Figura 23: B, C y D), antenas de la cabeza muy notorias vista dorsal y ventral (Figura 23: E y F).
3. Palpos maxilares no sobrepasan el labrum; mandíbulas anchas, con varios dientes agrupados en el ápice (Figura 23: G).
4. Patas posteriores más largas y delgadas que las anteriores a veces con pelos finos y largos para nadar: propata, mesopata y metapata, respectivamente (Figura 23: H.1, H.2 y H.3).
5. Base de cada propata anal con un parche largo de pequeñas espinas ventrales o sin setas. Sin pelos conspicuos en el dorso del segmento IX, con pequeñas espinitas alrededor de la abertura anal. (Figura 23: I y J); diente accesorio de la pseudopata anal tan larga como la uña.

4.6. Familia Calamoceratidae

Género: *Banyallarga*

1. Gula larga, llega hasta el orificio occipital (Figura 24: A y B); labro con hilera transversal con más de 14 pelos (Figura 24: C).
2. Pronoto con las esquinas antero-laterales puntiagudas y alargadas, margen anterior del mismo con más de 12 pelos. (Figura 24: D y E).
3. Trocantin con el ápice en gancho (Figura 24: F).
4. Trocánter de las patas posteriores con un mechón de pelos (Figura 24: G).
5. Cuerpo a menudo cilíndrico (Figura 24: H y I).
6. Branquias formadas por no más de tres filamentos; línea lateral del abdomen con numerosas setas finas (Figura 24: J y I).

7. Uña de la pseudopata anal con dos dientes accesorios y cubierta esclerotizada y tres setas largas en la parte superior; IX segmento abdominal esclerotizado y más de ocho setas (Figura 24: K, L y LL).
8. Capullos forma tubular a base de granos de arena y piedritas, a veces también de forma achatada, contruidos con fragmentos de hojas superpuestas (Figura 24: M y N).

4.7. Familia Helicopsychidae

Género: *Helicopsyche*

1. Larva con estuche de granos de arena en forma de caracol; abdomen curvado (Figura 25: A y B).
2. Cabeza: aplanada dorsalmente, ovoide con un labro prominente; en vista ventral en los laterales posee cuatro puntos juntos de color pardo de forma ovoides en la parte inferior (Figura 25: C, D y E).
3. Tórax: Pronoto fuertemente esclerotizado, teniendo espinas largas y cortas setas, redondeado látero-anterior; meso y metanoto con diverso grado de esclerotización (no con placa grande, pero bien desarrollados); mesonoto con una placa dorsal que cubre gran parte del tergo (Figura 25: F y G).
4. Patas anteriores y posteriores con setas grandes distribuidas en la zona anterior y posterior (Figura 25: H).
5. Abdomen: uña de la pseudopata anal posee una hilera de dientes en forma de peine. Segmento abdominal IX fusionado con la pseudopata (Figura 25: I y J).

4.8. Familia Odontoceridae

Género: *Marilia*

1. Larva con estuche hecho de granos de arena, ligeramente curvado; mandíbula ensanchada (Figura 26: A, B y C).
2. Cabeza redondeada o ligeramente alargada en vista dorsal; carena lateral bien desarrollada (Figura 26: D, E, F y G).
3. Pronoto más ancho que largo, con una fila de setas en su margen anterior; ángulos ántero-laterales pronoto redondeado; mesonoto dividido en tres pares de escleritos; metanoto con cuatro placas esclerotizadas. Trocántin pequeño, ápice no en gancho (Figura 26: H y I).

4. Patas anteriores y posteriores con setas grandes distribuidas en la zona anterior y posterior (Figura 26: J).
5. Abdomen: uña de la pseudopata anal posee dos a tres setas en su borde interior, margen cóncava, igualmente borde exterior de la uña con setas; segmento abdominal IX con un pequeño esclerito dorsal; branquias abdominales ramificadas (Figura 26: K, L y LL).

4.9. Familia Polycentropodidae

Género: *Polycentropus*

1. Larvas grandes a veces más de 20 mm; pronoto esclerotizado y con constricción antes del extremo posterior (Figura 27: A y B).
2. Cabeza-tórax: Parte dorsal de la cabeza con una serie de puntos oscuros. Protórax lado lateral presenta trocantin agudo en forma de punta. Labrum esclerotizado y redondeado (Figura 27: C, D y E)
3. Tarso de la pata anterior corto, de la mitad del largo de la tibia o tarso aproximadamente del mismo largo de la tibia, presencia de setas fuertes y largas (Figura 27: F y G)
4. Propatas anales bien desarrolladas. Uña de la pseudopata anal curvada sin espinas en el margen cóncavo ventral. Esclerito dorsal de la uña anal formando una X.; dorso del segmento IX abdominal membranoso (Figura 27: H, I y J)

4.10. Familia Limnephilidae

Género: *Antarctoecia*

1. Estuche larval en forma tubular a base de piedritas y material vegetal (Figura 28: A).
2. Cuerno prosternal arqueado presente; antena muy pequeña situada entre el ojo y el margen anterior de la cabeza; cabeza sin cresta dorsal o sin carina; mandíbulas con extremos divididos en una serie de dientes. (Figura 28: B, D, C y E).
3. Labrum con pelos cortos antero-laterales; tibias de todas las patas con varias espinas y gruesas en el margen interno (Figura 28: F, G y H).
4. Gula con el ápice estrecho alargado.
5. Pseudopatas anales con pelos y espinas en la membrana; branquias abdominales (o traquebranquias de un, dos y tres filamentos) múltiples;

pelos o setas finos distribuidos en los laterales del abdomen (Figura 28: I, J, K y L). Uña de la pseudopata anal sobresaliente por encima de la misma (Figura 28: LL).

Anexo 05



Figura 19. Características taxonómicas de la familia Glossosomatidae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Itauara*: A, Uña de la pseudopata anal; B, pata anterior; C, casa; D, larva. Género *Culoptila*: E, pata anterior; F, pseudopata; G, casa; H, larva. Género *Mortoniella*: I, pata anterior; J, larva; K, pseudopata.

Anexo 06

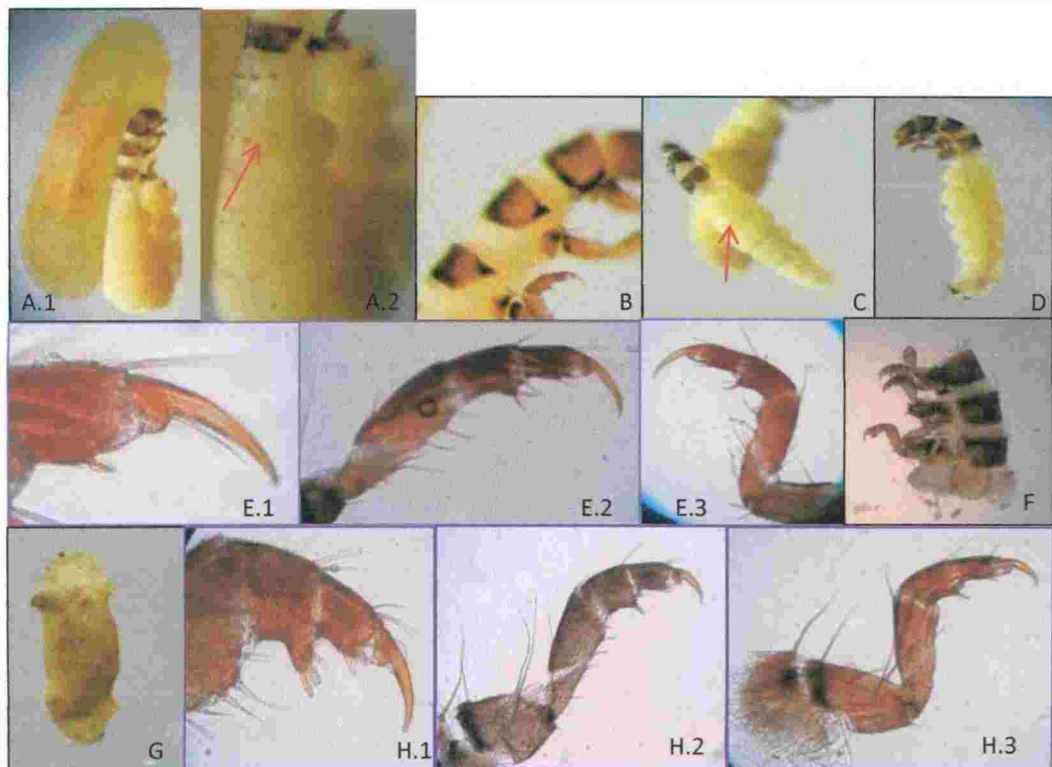


Figura 20. Características taxonómicas de la familia Hydroptilidae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Ochrotrichia*: A.1, A.2, larva con escleritos dorsales; B, tórax curvado; E.1-E.3, pata anterior, medio y posterior. Género *Metrichia*: C y D, larva; F, tórax; H.1-H.3, pata anterior, medio y posterior; G, capullo.

Anexo 07

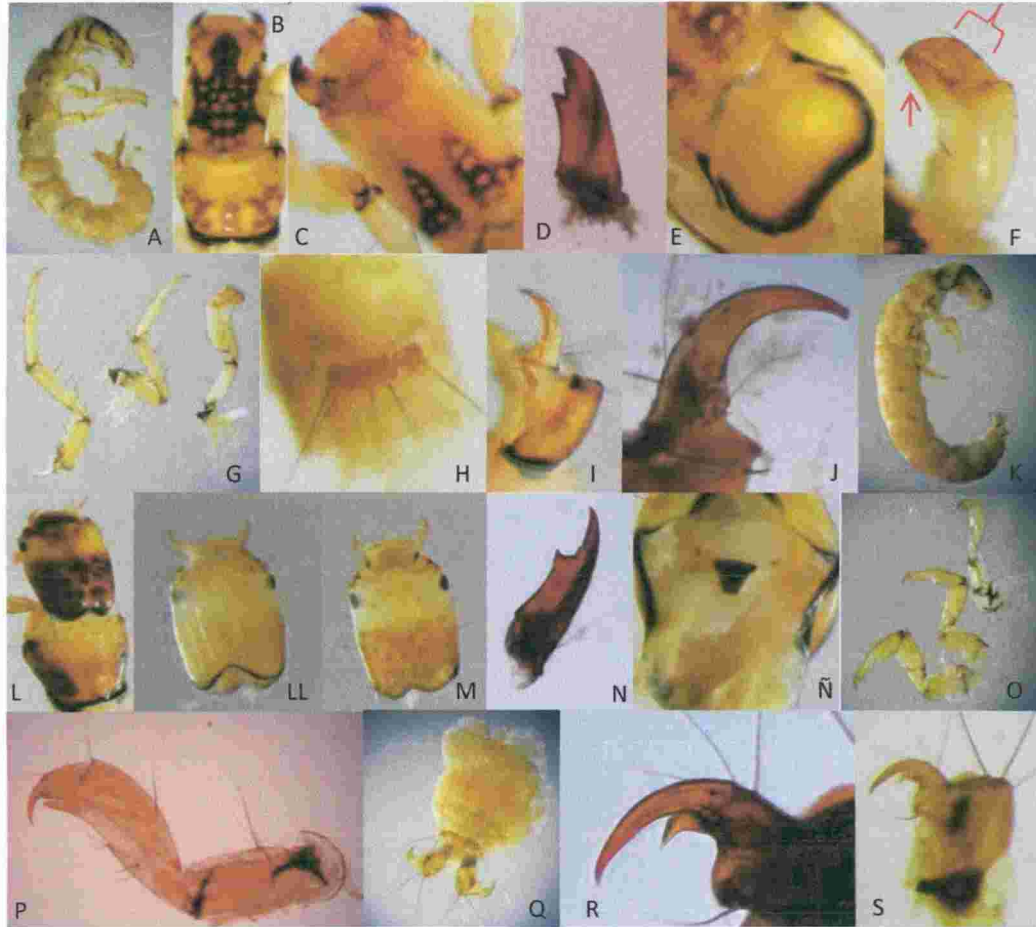


Figura 21. Características taxonómicas de la familia Hydrobiosidae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Atopsyche*: A, larva; B, cabeza y protórax; C, vista ventral de la cabeza; D, mandíbula; E, prosterno; F, prolongación de la pata anterior; G, patas; H, segmento abdominal IX; I, pseudopata anal; J, prolongación de la pseudopata. Género *Cailloma*: K, larva; L, cabeza y protórax; LL, vista ventral de la cabeza; M, vista dorsal de la cabeza; N, mandíbula; Ñ, prosterno; O, patas; P, pata anterior; Q, segmento abdominal IX, vista dorsal; R, prolongación de la pseudopata anal; S, pseudopata anal.

Anexo 08

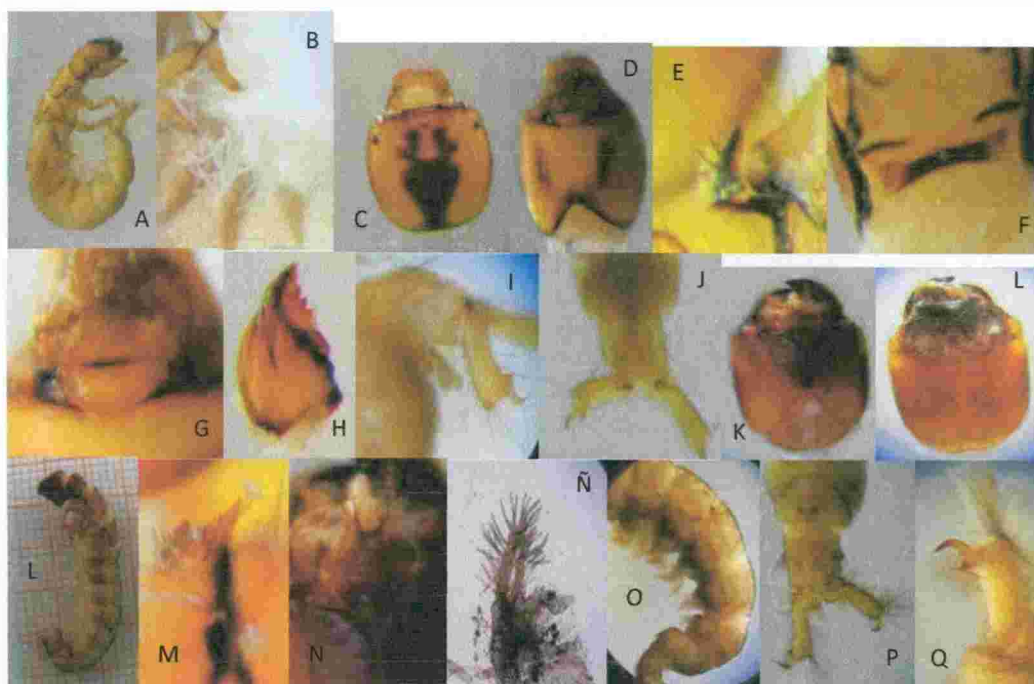


Figura 22. Características taxonómicas de la familia Hydropsychidae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Smicridea*: A, larva; B, branquias abdominales; C, cabeza vista dorsal; D, cabeza vista ventral; E, trocantin; F, prosterno; G, Sub mentón convexo vista ventral; H, mandíbula; I, pseudopata anal; J, segmento abdominal IX vista ventral. Género *Leptonema*: K, cabeza vista ventral; L, cabeza vista dorsal; L, larva; M, trocantin; N, Sub mentón convexo vista ventral; Ñ, branquia abdominal; O, abdomen; P, segmento abdominal IX vista ventral; Q, pseudopata anal.

Anexo 09

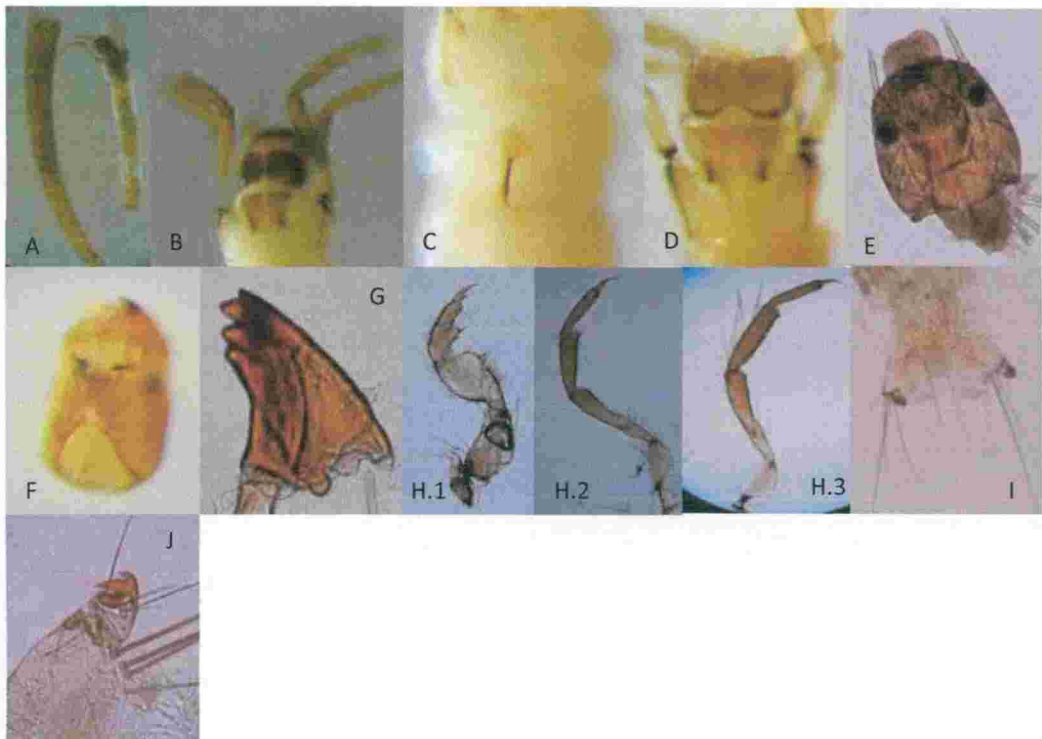


Figura 23. Características taxonómicas de la familia Leptoceridae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Nectopsyche*: A, casa y larva; B, tórax; C, tubérculo lateral del primer segmento abdominal; D, protórax y mesotórax; E, cabeza vista dorsal; F, cabeza vista ventral; G, mandíbula; H.1-H.3, patas; I, segmento abdominal IX; J, pseudopata anal.

Anexo 10

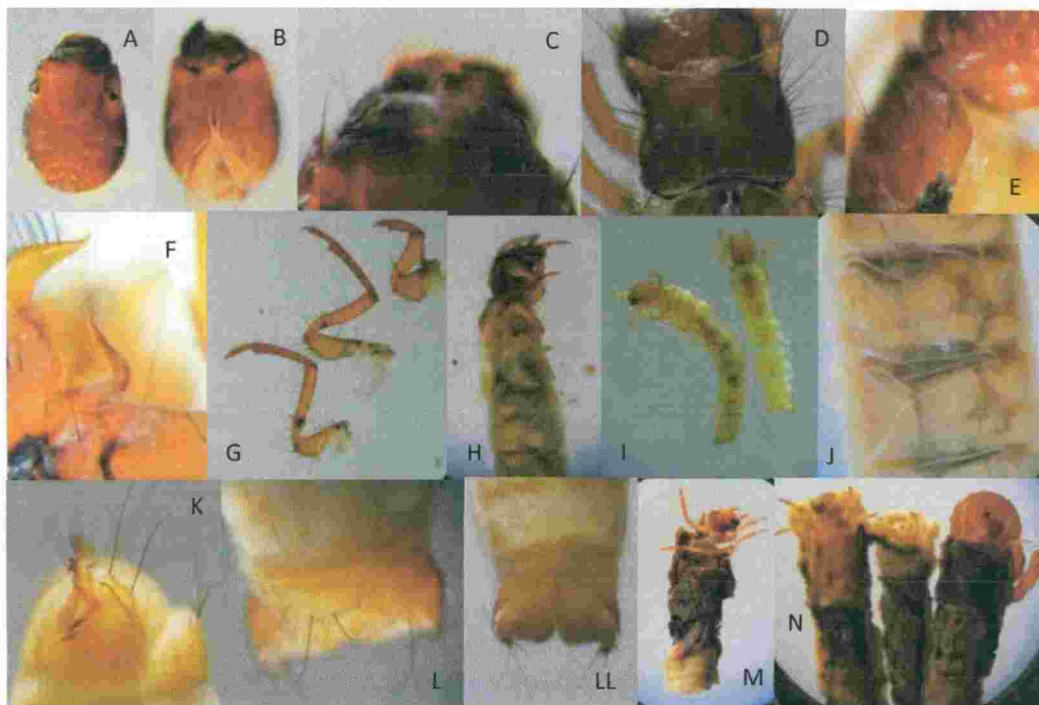


Figura 24. Características taxonómicas de la familia Calamoceratidae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Banyallarga*: A, cabeza vista dorsal; B, cabeza vista ventral; C, labro vista dorsal; D, protórax; E, vista lateral del protórax; F, trocantin; G, patas; H, vista lateral de la larva; I, larva; J, branquias abdominales; K, pseudopata vista lateral; L, segmento abdominal IX vista dorsal; LL, segmento abdominal IX vista ventral; M y N, larvas en capullo.

Anexo 11

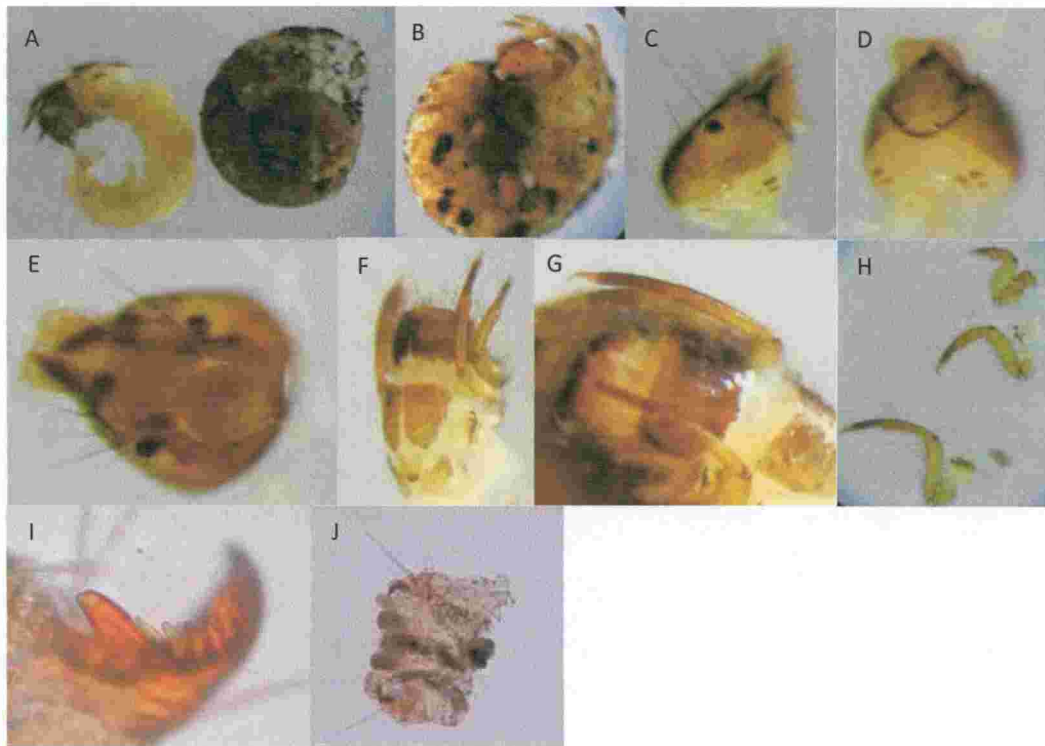


Figura 25. Características taxonómicas de la familia Helicopsychidae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Helicopsyche*: A y B larva; C, cabeza vista lateral; D, cabeza vista ventral; E, cabeza vista dorsal; F, tórax; G, tórax vista dorsal; H, patas; I, uña de la pseudopata anal; J, segmento abdominal IX vista ventral.

Anexo 12

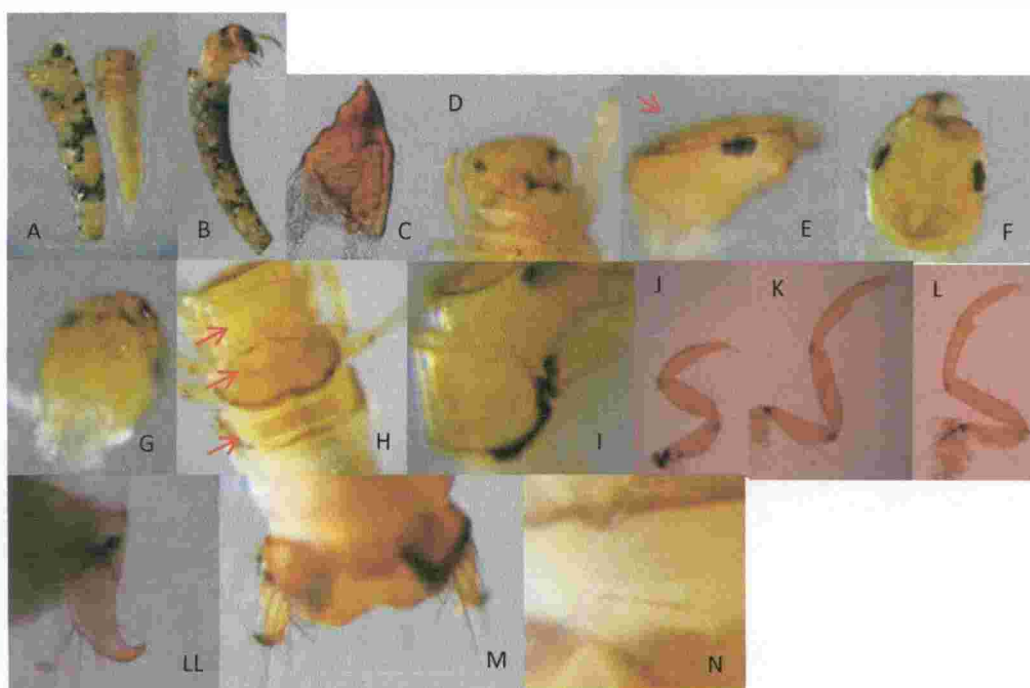


Figura 26. Características taxonómicas de la familia Odontoceridae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Marilia*: A y B, larva; C, mandíbula; D, cabeza vista frontal; E, cabeza vista lateral; F, cabeza vista dorsal; G, cabeza vista ventral; H, tórax; I, protórax vista lateral; J, K y L, patas; LL, uña de la pseudopata anal; M, segmento abdominal IX vista dorsal; N, branquias abdominales.

Anexo 13

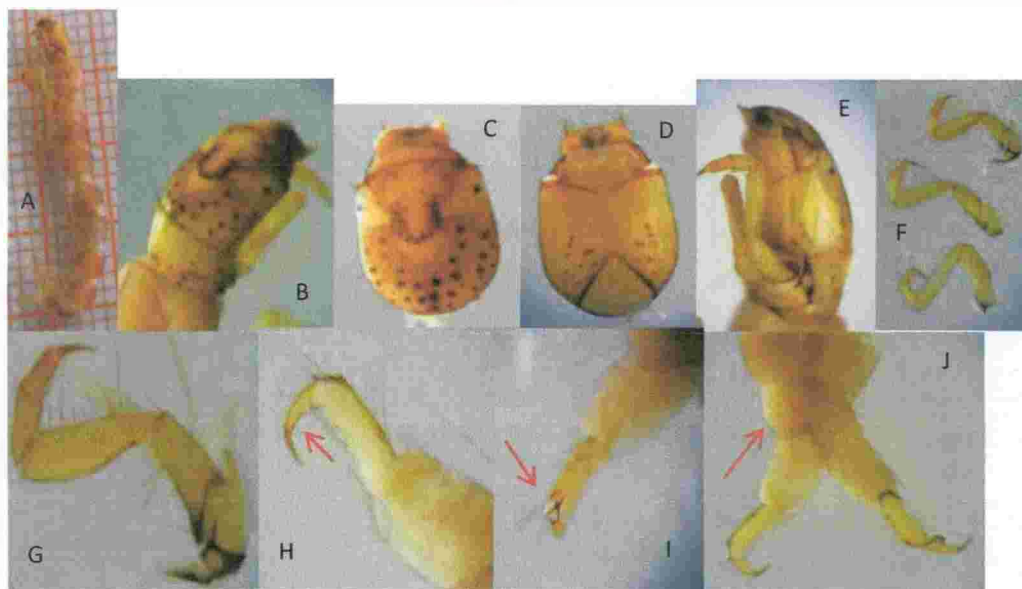


Figura 27. Características taxonómicas de la familia Polycentropodidae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Polycentropus*: A, larva; B, cabeza y protórax vista dorsal; C, cabeza vista dorsal; D, cabeza vista ventral; E, trocantin; F, patas; G, pata anterior; H, uña de la pseudopata anal; I, uña de la pseudopata anal vista dorsal; J, segmento abdominal IX.

Anexo 14

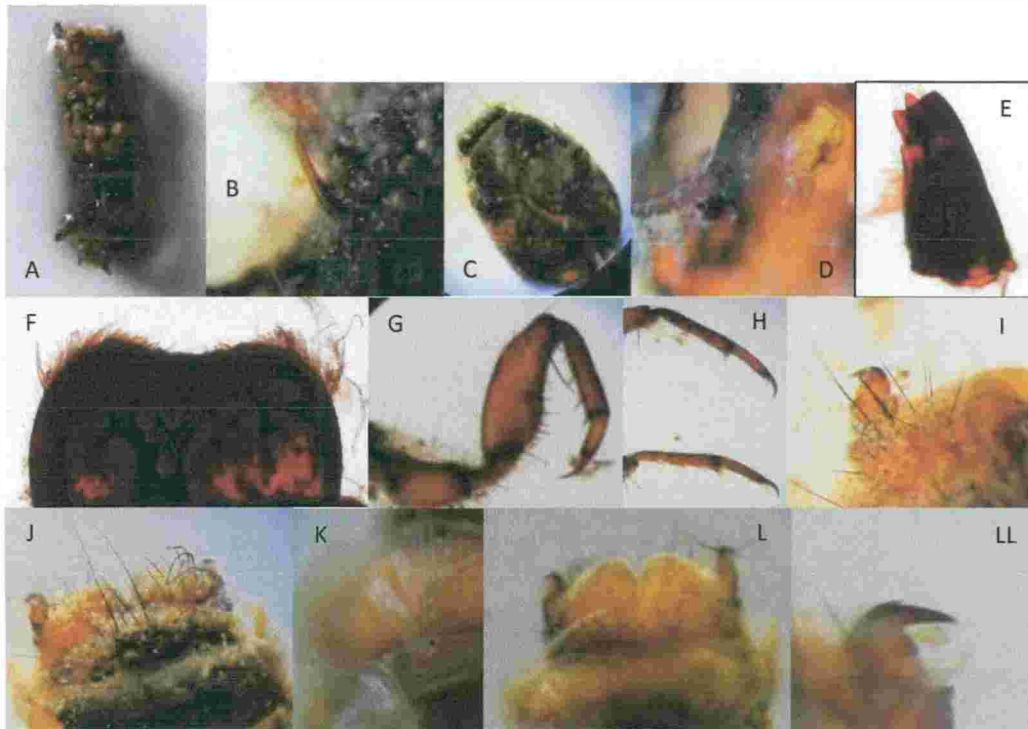


Figura 28. Características taxonómicas de la familia Limnephilidae. Ayacucho, 2011.

Leyenda:

Género *Antarctoecia*: A, casa; B, cuerno prosternal; C, cabeza vista dorsal; D, antena; E, mandíbula; F, labro vista dorsal; G, pata anterior; H, pata media y posterior; I, uña de la pseudopata anal; J, segmento abdominal IX vista dorsal; K, branquias abdominales; L, segmento abdominal IX vista ventral; LL, prolongación de la uña anal.

INTRODUCCIÓN

Las larvas de tricópteros forman parte de la mesofauna o macroinvertebrados bénticos en cuerpos de agua como arroyos, quebradas o ríos. Debido a su movilidad relativamente baja y por lo tanto, estrecha relación con el medio donde se desarrolla. Estos organismos tienen una gran importancia como eficientes indicadores biológicos de calidad de cuerpos de agua. Así mismo cumplen un rol intermediario en las cadenas tróficas de ríos y arroyos.

Dada la importancia del conocimiento sobre la fauna de los tricópteros en nuestro departamento es aun escaso por lo que existe poca información sobre el tema, más aún la posible relación que podría existir entre las abundancias de sus géneros y/o especies con las características de su hábitat, para ello se ha realizado el presente estudio ubicado en siete ríos del departamento de Ayacucho en referencia del paso del gasoducto del Proyecto Camisea, siendo de carácter básico descriptivo, realizándose para ello un proceso de recolección y procesamiento de muestras bentónicas (Trichoptera) de los ríos evaluados y análisis de las características fisicoquímicas de los mismos. El presente trabajo de investigación contribuye al conocimiento de la fauna acuática de Trichoptera para Ayacucho, siendo poco estudiada en muchos aspectos y posiblemente vulnerable, debido a la explotación de los recursos hídricos como su principal amenaza. Teniendo en cuenta lo antes señalado y dada la escasa información al respecto, se realizó el presente trabajo teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Evaluar las características en cuanto a la composición y abundancia de las larvas del orden Trichoptera presentes en siete ríos de la región de Ayacucho y su relación con las características fisicoquímicas del agua donde habitan, entre los meses de Junio a Diciembre del 2011.

Objetivos Específicos

- Identificar hasta género y/o especie las larvas del orden Trichoptera presente en siete ríos del departamento de Ayacucho
- Cuantificar la abundancia de las larvas del orden Trichoptera presentes en los siete ríos del departamento de Ayacucho.
- Determinar las características fisicoquímicas de las aguas de los siete

ríos estudiados y relacionarlos con la abundancia de las larvas de los géneros o especies reportados del orden Trichoptera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población.- La población esta comprendida por muestras de macroinvertebrados bentónicos de los ríos: Tambomachay, Yucay, Sachapampa, Alfarpampa, Torobamba y Úras del departamento de Ayacucho.

Muestra.- Estuvo representado por 72 muestras de bentos, los que fueron colectados de los siete ríos mencionados anteriormente. Las muestras de agua estuvieron representadas por 65 muestras de agua de 0.7 litros cada una de los ambientes lóticos muestreados.

Unidad muestral

Constituido por muestras de macroinvertebrados bentónicos y agua de ríos ya mencionados del departamento de Ayacucho.

Tamaño de muestra

Se definieron 7 ríos en referencia al paso del gasoducto del Proyecto Camisea en Ayacucho. El muestreo se realizó con el apoyo de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) entre los meses de junio a diciembre del 2011. La frecuencia del muestreo se realizó cada 30 días.

Diseño metodológico

Tipo de investigación.- Básico.

Alcance de investigación.- Descriptivo

Procedimiento experimental

Recolección de macroinvertebrados (Trichoptera).- Con el apoyo de DIGESA, se realizó la colecta de muestras de bentos siguiendo el siguiente procedimiento:

Emplearon una red de tipo Surber (con un área de muestreo de 0,12 m² (30 x 40 cm) y con una luz de malla de 0,5 mm) colocando está en contra de la corriente de agua y con la ayuda de las manos removieron los componentes del lecho con la finalidad de que los organismos adheridos o bajo ellos, sean arrastrados por la corriente hacia el fondo de la red, considerando cinco sub muestras por cada zona procurando ser ubicadas en puntos representativos (orillas y

parte central), los cuales fueron posteriormente homogenizadas. Una vez colectados las muestras fueron colocadas en bolsas de plástico con alcohol etílico al 90 % debidamente rotulado para su posterior limpieza en el laboratorio de Ecología y Control Ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH).

Las muestras fueron seleccionadas para el cual se emplearon coladores y bandejas translúcidas, para luego las larvas de tricóptera ser contabilizados y colocados en crioviales, considerando las semejanzas morfológicas (morfortipo) e inmediatamente conservadas en alcohol glicerinado al 70%. Para la caracterización morfológica e identificación taxonómica se utilizó un microscopio compuesto y estereoscopio marca Olympus.

La identificación de las larvas de tricóptera se realizó hasta el nivel de género, a través del uso de claves taxonómicas de: Domínguez y Fernández¹, posteriormente se realizó un registro fotográfico para corroborar la identificación realizada.

Determinación de las características físicas y química

Las características fisicoquímicas de conductividad eléctrica (uS/cm), temperatura (°C), oxígeno, pH, sólidos totales disueltos (mg/l), dióxido de carbono (CO₂) y turbidez (NTU), fueron determinadas *in situ* por la DIGESA, mientras que las características de alcalinidad total (mg/l CaCO₃), cloruro (mg Cl⁻/l), nitrógeno amoniacal (mg/l), dureza cálcica (mg/l de Ca), dureza magnésica (mg/l de Mg) y dureza total (mg/l CaCO₃), fueron realizadas en el laboratorio de la UNSCH.

La colecta de muestras de agua lo realizó DIGESA de la siguiente manera:

Para ello emplearon frascos de polietileno, de aproximadamente de 0,7 litros, el procedimiento de colección se realizó sumergiendo los frascos en la parte media del curso del agua, haciendo que ingrese cuidadosamente el agua sin producir mucha turbulencia, una vez llenado el frasco y cerrados herméticamente fueron rotulados para su posterior traslado al laboratorio. Sin embargo, debido a las condiciones ambientales (lluvias y aumento del caudal del río) no se pudo realizar los muestreos en algunos ríos.

Procesamiento de datos

Con los datos obtenidos de las larvas de tricópteros (hasta nivel de género) y de las características físico-químicas se construyó una base de datos con el software SPSS 15 y se empleó la técnica de regresión y correlación de Spearman, la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis ($\alpha=0,05$) y Análisis de conglomerados ya que los datos aparentemente no mostraban una distribución normal.

RESULTADOS

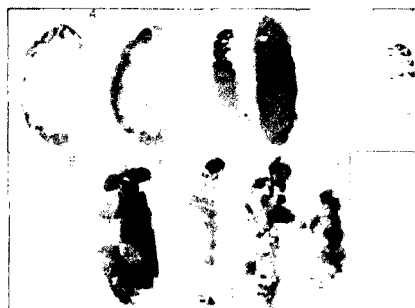


Figura 1. Géneros del sub orden Spicopalpia, Ayacucho 2011.

Leyenda:

A: *Atopsyche*, B: *Cailloma*, C: *Metrichia*, D: *Ochrotrichia*, E: *Mortoniella*, F y G: *Itauara*, H: *Culoptila*.



Figura 2. Géneros del sub orden Integripalpia, Ayacucho 2011.

Leyenda:

I: *Nectopsyche*, J: *Banyallarga*, K: *Marilia*, L: *Antarctoeica*, LL: *Helicopsyche*.



Figura 3. Géneros del sub orden Annulipalpia, Ayacucho 2011.

Leyenda:

M: *Polycentropus*, N: *Smicridea*, Ñ: *Leptonema*.

Tabla 1. Géneros de larvas del orden Trichoptera presentes en siete ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

Familia	Género	Ríos muestreados						
		Tambomachay	Vinchos	Yucay	Sachapampa	Allarpampa	Torobamba	Uras
Calamoceratidae	<i>Baryallarga</i> Nevay	-	-	-	+	+	+	-
	<i>Culoptila</i> Mosely	-	+	+	+	-	+	+
Glossosomatidae	<i>Itauara</i> Mueller	-	+	+	-	-	-	-
	<i>Mortonella</i> Ulmer	-	+	-	-	-	-	-
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> Banks	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Cailloma</i> Ross y King	+	+	+	+	+	+	+
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> Siebold	-	+	-	-	+	-	-
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Metachlan</i>	-	+	+	+	+	+	+
	<i>Leptonema</i> Guter-Mercville	-	+	+	+	+	+	-
Hydroptilidae	<i>Metricia</i> Ross	-	+	-	+	+	-	-
	<i>Ochrotrichia</i> Mosely	+	+	+	+	+	+	+
Limnephilidae	<i>Antractoeia</i> Ulmer	+	-	-	-	-	-	-
Leptoceridae	<i>Nadopsyche</i> Mueller	+	+	+	+	+	+	+
Odontoceidae	<i>Martilia</i> Mueller	+	+	+	-	+	+	-
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> Curtis	-	+	-	+	+	-	-

Leyenda:
 - Ausente
 + Presente

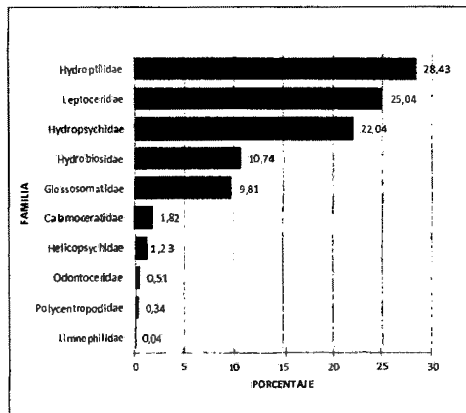


Figura 4. Abundancia relativa de las familias del orden Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

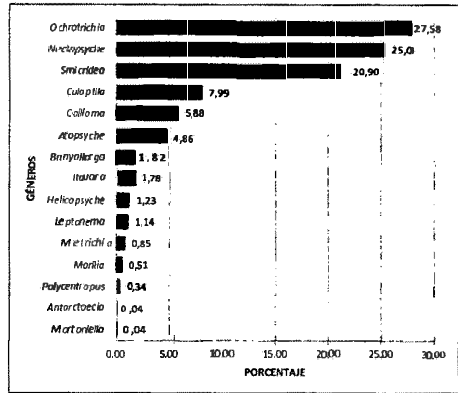


Figura 5. Abundancia relativa de larvas de los géneros de Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

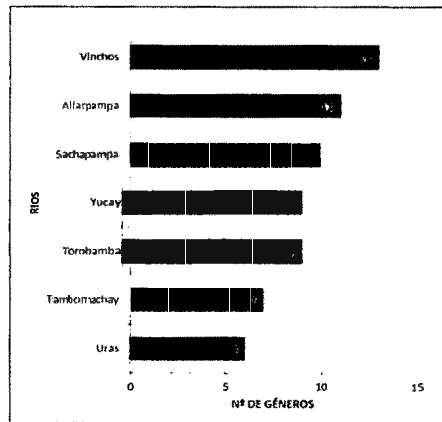


Figura 6. Número de géneros de las larvas de Trichoptera en ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

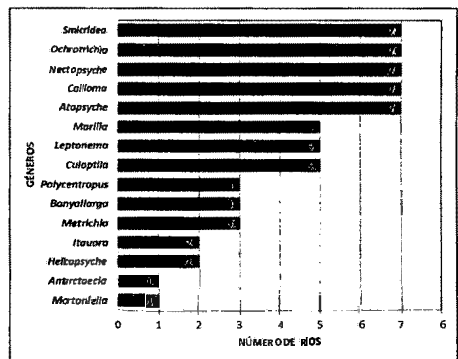


Figura 7. Distribución de géneros de larvas de Trichoptera en ríos de Ayacucho, 2011

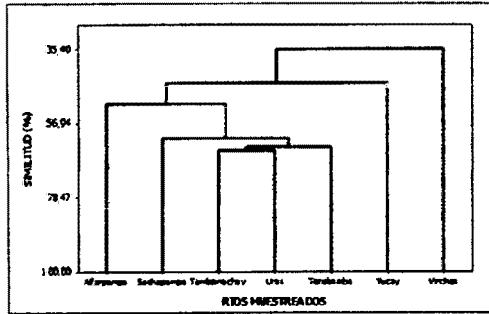


Figura 8. Dendrograma de similitud de siete ríos según géneros de Trichoptera, Ayacucho 2011.

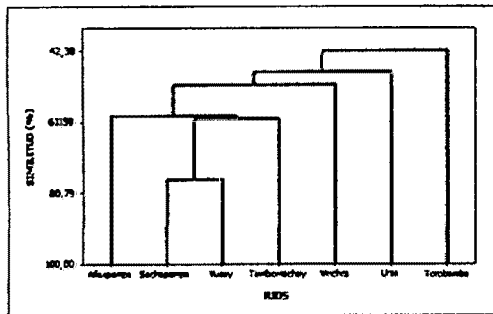


Figura 9. Dendrograma de similitud de las características fisicoquímicas del agua de ríos del departamento de Ayacucho, 2011.

Tabla 2. Características fisicoquímicas promedios, de las aguas de siete ríos en Ayacucho, 2011.

Características fisicoquímicas	Alfarpampa	Sachapampa	Tambomachay	Torobamba	Uras	Vinchos	Yucay	Kruskal Wallis (p)
Alcalinidad total (mg/l CaCO3)	69,0	72,0	12,0	21,0	140	13,0	20,0	0,002**
Dureza total (mg/l CaCO3)	83,0	19,0	105,0	205,0	285,0	92,0	99,0	0,387*
Dureza (bicarbonato de Ca)	120,0	60,0	79,0	15,0	205,0	70,0	66,0	0,320
Dureza (sulfato de Ca)	57,0	34,0	26,0	55,0	79,0	22,0	36,0	0,575
Cloro (mg Cl ₂)	6,0	4,0	13,0	6,0	5,0	33,0	6,0	0,000**
Nitrógeno amoniacal (mg N)	0,2	0,8	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,007**
pH	6,2	6,1	6,0	6,2	6,4	6,2	7,8	0,257*
Temperatura (°C)	13,7	13,0	13,9	17,3	13,9	13,0	12,4	0,000**
Conductividad (µS/cm)	21,60	130,0	285,0	314,0	273,0	389,0	185,0	0,000**
Turbidez (NTU)	37,6	36,3	5,8	182,8	59,0	67	6,8	0,007**
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	65,0	62,0	102,0	161,0	135,0	95,0	53,0	0,000**
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,4	5,4	5,2	15,8	6,8	5,2	5,7	0,009**

Legenda:
 ** : Altamente significativo
 * : Significativo

Tabla 3. Correlación de Spermán entre la abundancia promedio relativa de los géneros de larvas de Trichoptera, y características fisicoquímicas del agua de los ríos, Ayacucho, 2011.

Características fisicoquímicas	Géneros														
	Alfarpampa	Sachapampa	Tambomachay	Torobamba	Uras	Vinchos	Yucay	Veche	Alfarpampa	Sachapampa	Tambomachay	Torobamba	Uras	Vinchos	Yucay
Alcalinidad total (mg/l CaCO3)	-0,162	-0,112	-0,03	-0,040	0,057	-0,01	0,284	-0,157	0,065	0,043	0,122	0,067	-0,038	0,033	-0,067
Dureza total (mg/l CaCO3)	0,211	-0,30	0,347*	-0,89	0,07	0,042	-0,225	-0,041	-0,036	0,118	0,084	-0,072	-0,078	0,11	0,04
Dureza (bicarbonato de Ca)	-0,019	-0,149	0,384**	0,237	0,053	0,063	0,010	-0,035	-0,030	0,059	0,080	-0,066	-0,019	0,168	0,147
Dureza (sulfato de Ca)	-0,025	-0,272*	0,347**	-0,017	-0,054	-0,083	-0,103	-0,023	0,175	0,095	0,080	0,033	-0,047	0,037	0,087
Cloro (mg Cl ₂)	0,028	0,154	0,019	-0,060	0,582*	0,190	-0,029	0,379*	0,177	0,335*	-0,273*	-0,188	-0,002	0,075	0,104
Nitrógeno amoniacal (mg N)	0,138	0,134	-0,116	-0,130	0,109	0,237	-0,040	-0,205	0,091	-0,217	0,115	0,032	-0,063	0,160	
pH	-0,002	0,201	0,188	-0,044	0,126	-0,221	-0,158	0,181	0,150	0,285*	-0,071	-0,014	-0,213	-0,180	-0,004
Temperatura (°C)	-0,225	-0,061	0,161	0,008	0,018	-0,022	0,019	0,225	0,138	0,178	-0,024	-0,088	0,091	-0,054	-0,188
Conductividad (µS/cm)	0,108	0,158	0,254	-0,138	0,530*	0,138	-0,001	0,305*	0,188	0,281*	-0,038	-0,095	-0,064	0,184	0,048
Turbidez (NTU)	-0,187	-0,125	0,095	-0,114	-0,072	0,030	-0,072	0,058	-0,113	0,014	-0,174	-0,181	0,042	0,015	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	0,163	0,200	0,276	-0,072	0,312*	0,271	0,010	0,342*	0,177	0,184	-0,085	-0,038	-0,028	0,098	0,038
Oxígeno Disuelto (mg/l)	0,157	-0,010	0,046	-0,098	-0,138	0,067	-0,028	-0,115	-0,192	0,055	-0,028	0,036	-0,362*	-0,133	-0,102

Legenda:
 ** : Altamente significativo
 * : Significativo

DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se registra la presencia y ausencia, de los géneros del orden Trichoptera presentes en siete ríos del departamento de Ayacucho, reportando diez familias y 15 géneros, se observa que el género *Baryallarga* fue hallado sólo en los ríos de Sachapampa, Torobamba y Alfarpampa; mostrando mayor distribución los géneros *Atopsyche*, *Cailloma*, *Smicridea*, *Ochrotrichia* y *Nectopsyche* presentes en todos los ríos; *Culoptila* no se halló en Tambomachay y Alfarpampa; en tanto que *Itauara* sólo se halló en Vinchos y Yucay; *Antarctoeia* y *Mortoniella* se halló en Tambomachay y Vinchos respectivamente; *Helicopsyche* sólo se halló en Vinchos y Alfarpampa; *Leptonema* no se halló en Tambomachay y Uras; en tanto que *Metriclia* y *Polycentropus* se halló en Vinchos, Sachapampa y Alfarpampa; y por último el género *Marilia* no se halló en los ríos de Sachapampa y Uras; mientras que si en los otros ríos evaluados.

En la Figura 4, se observa la abundancia relativa de las familias del orden Trichoptera, siendo así que la familia Hydroptilidae muestra una abundancia mayor con 28,43 %, seguido de la familia Leptoceridae con una abundancia de 25,04 %, la familia Hydropsychidae con 22,04 %, así mismo para las familias Hydrobiosidae con 10,74 %, Glossosomatidae con 9,81 %. En tanto que Calamoceratidae y Helicopsychidae con 1,82 % y 1,23 %

La familia Limnephilidae en el presente estudio representa una abundancia relativa total menor del 1 % (Figura 4) tal es así su presencia se encontró sólo en un río evaluado (Tambomachay), para el cual se identificó el género *Antarctoeicia*. Es una familia cordillerana (Andes), con varios géneros, entre ellos el género *Verger* es el más diversificado.¹ Este género *Antarctoeicia* es conocido con certeza sólo en las provincias de Jujuy y Catamarca en Argentina con altitud de 4 500 - 5 000 msnm en donde esta larva aun sin describir.¹¹ En el Perú solo se ha registrado el género *Anomalocosmoecus* que es endémico de Sudamérica y conocido de grandes elevaciones en los Andes, desde Argentina hasta Colombia. En Perú, se conocen tres especies de éste género, su distribución parece estar fuertemente influenciada por la altitud.¹¹

En el presente estudio las larvas de *Antarctoeicia* presentan una prolongación fuertemente arqueada en el esterno del protórax denominada cuerno prosternal, cabeza sin cresta dorsolateral o sin carina.

En los ecosistemas se observa uno o dos (pocos) taxones son dominantes de una comunidad biótica, donde presenta muchas especies raras y pocas especies abundantes en ambientes loticos y lenticos.¹²

En la Figura 5, se observa la abundancia relativa de géneros en los ríos evaluados; donde el más abundante fue *Ochrotrichia* con 27,58 %, seguido del género *Nectopsyche* con 25,04 %, el género *Smicridea* con 20,90 %, así mismo para los géneros *Culoptila* con 7,99 %; y (*Cailloma* y *Atopsyche*) con 5,88 y 4,86 % respectivamente. Tal es así con abundancias menores a los géneros de *Banyallarga*, *Itauara*, *Helicopsyche* y *Leptonema*, así mismo géneros como, *Metrichia*, *Marilia*, *Polycentropus*, *Antarctoeicia* y *Mortoniella* se hallan por debajo del 1 %. El aumento en número de algunas poblaciones es consecuencia de la falta de depredadores o la disponibilidad de alimento o por una combinación de ambos, reflejando el incremento de individuos en las poblaciones que han tenido la capacidad de adaptarse.¹³

En la Figura 6, se muestra el número de géneros de larvas de Trichoptera en cada río muestreado, en el que se resalta el hecho de que el número de géneros ha sido sumamente variable, teniendo un menor número de géneros en el río Úras, mientras que en los ríos de Vinchos, Alfarpampa y

Sachapampa, existe un mayor número de géneros registrados 13, 11 y 10 respectivamente, mientras que en los ríos de Yucaj, Torobamba y Tambomachay los valores son similares. Estas diferencias de la diversidad de géneros entre los ríos se podrían explicar, debido a que la influencia de las características ambientales presentes en ellas, condicionan la mayor o menor diversidad biótica.¹⁴

En la Figura 7, se observó la distribución, medida como número de ríos en los que se hallaron los géneros de Trichoptera. En esta figura se observa mucho más claramente, los géneros que tienen amplia distribución en los ríos estudiados, tal es el caso de *Smicridea*, *Ochrotrichia*, *Nectopsyche*, *Cailloma* y *Atopsyche*, que han sido registrados en todos los ríos. *Marilia*, *Leptonema*, *Culoptila*, presentan una distribución menor, ya que han sido registrado en cinco ríos, de igual manera para *Polycentropus*, *Banyallarga*, *Metrichia*, *Itauara* y *Helicopsyche* están presentes en tres y dos ríos; así mismo señalar que para el caso de *Antarctoeicia* y *Mortoniella* sus abundancias relativas han sido muy mínimas, presentando solo en el río Tambomachay y Vinchos respectivamente, con una abundancia menor al 1 %.

En la Figura 8, muestra el dendograma de similitud de siete ríos en base a las características de los géneros de Trichoptera según su composición y abundancia, en donde se forma cuatro conglomerados a un nivel de 60 % de similitud. La primera constituida por el río Alfarpampa, el segundo por resto de ríos (Sachapampa, Tambomachay, Uras y Torobamba), el tercero por río Yucaj y el cuarto conglomerado por el río Vinchos. Este análisis nos permite determinar que el río Vinchos, Alfarpampa presentan la mayoría de géneros encontrados en una cantidad de 13 y 11 respectivamente, son ríos con una riqueza de géneros al igual que el río Yucaj que presenta nueve géneros de esta manera se muestra la diversidad que poseen y que son diferentes a la gran mayoría de ríos agrupados en segundo conglomerado de resto de ríos. El segundo conglomerado agrupa ríos que comparten las mismas características. Wiggins¹⁵, menciona que las larvas del orden Trichoptera viven en todo tipo de hábitat (loticos y lenticos), pero en los loticos y fríos es donde parece presentarse la mayor diversidad.

En la Figura 9, se observa el dendograma de similitud de las características fisicoquímicas de las aguas de los ríos muestreados, se observa que a un nivel de 60 % de similitud, se forma cinco conglomerados, la primera constituido por el río Alfarpampa, el segundo por tres ríos (Sachapampa, Yuca y Tambomachay), el tercero por Vinchos, el cuarto por Uras y el quinto por Torobamba. De los cuales se observa que existe mayor similitud entre los ríos de Sachapampa, Yuca y Tambomachay, ya que muestran valores similares en cuanto a sus características fisicoquímicas y porque en ellas no se halla importantes factores disturbantes; mientras el río Torobamba es el más disímil de los otros ríos esto se debe a que presenta valores altos en algunas características. Roldan¹⁴, señala que las características fisicoquímicas, como STD, alcalinidad, conductividad indica la productividad de los ríos, prácticamente los mismos iones que existen en la tierra también se encuentran en el agua; por lo tanto, la composición química de un cuerpo de agua refleja en gran parte la naturaleza geoquímica del terreno que lo contiene. Tal como señala Pla¹⁶, que las zonas de estudio que presenten similitud en sus características forman conglomerados. En la Tabla 2 se observa las características fisicoquímicas promedios de las aguas de los ríos estudiados, en el que resalta en forma general que dichos valores son muy variables entre los ríos, es decir se encontró que en algunos presentan valores elevados y bajos en determinadas características; así por ejemplo en cuanto a dureza total hay ríos que presentan valores altos como el río Uras, Torobamba y Alfarpampa con valores de 285, 205 y 183 mg/l CaCO₃, respectivamente, y ríos que presentan valores bajos como Vinchos y Yuca con valores de 92 y 99, respectivamente, estos valores se deben probablemente por el incremento de iones de cloruros y fosfatos. Al realizar la prueba estadística de Kruskal-Wallis, para comparar los valores fisicoquímicos entre los ríos, se halló significancia para alcalinidad, cloruro, nitrógeno amoniacal, temperatura, conductividad, turbidez, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto, lo que se interpreta como que sus valores son diferentes entre los ríos, mientras que el resto de características (dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica y pH) no fueron significativas en el análisis estadístico, lo

que se interpreta como que sus valores son iguales entre los ríos. Por otro lado es importante señalar que, los valores fisicoquímicos en un mismo río, como alcalinidad total, dureza total, cloruros, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales turbidez y algunos otros más, muestran una tendencia a la variación a lo largo del año. Roldan¹⁴, sostiene que la conductividad está en relación directa con la concentración de minerales (iones disueltos en el agua) y la concentración de los sólidos disueltos totales. Los ríos por su parte son oligotróficos en su nacimiento, pero su conductividad y su concentración de iones va aumentando progresivamente a medida que llegan a los valles por efectos de la erosión del cauce, al arrastre de sedimentos y la escorrentía provocada por las lluvias.¹⁴ En la Tabla 3, se muestra los valores de los coeficientes de correlación de Spearman, entre la abundancia relativa promedio de los géneros de Trichoptera hallados y las características fisicoquímicas del agua de los ríos, se observa que *Ochrotrichia* es el género que presenta el mayor número de correlaciones significativas ($p < 0,05$) con las características fisicoquímicas (dureza total, dureza cálcica, conductividad y sólidos disueltos totales), con tres correlaciones significativas los géneros *Smicridea* y *Itauara* comparten (cloruros, conductividad eléctrica y Sólidos disueltos totales), *Nectopsyche* (cloruros, pH y conductividad); con una característica *Cailloma* (Dureza magnésica), *Leptonema* (Sólidos disueltos totales), *Banyallarga* (Cloruro) y *Marilia* (Oxígeno disuelto) y mientras que *Atopsyche*, *Metrichia*, *Culoptila*, *Mortoniella*, *Polycentropus*, *Helicopsyche* y *Antarctoecia* con ninguna característica. Margalef¹⁷, sostiene que todo organismo está adaptado a sobrevivir en determinadas condiciones ambientales, presentando un rango de tolerancia donde si estas son óptimas los organismos serán abundantes, mientras que si estas se alejan acercándose a sobrepasar los límites, estos organismos disminuyen o desaparecen también habla de que el mayor número de significancia lo tiene cloruro, conductividad y STD que están relacionados. A mayor concentración de sales mayor es la productividad de los organismos bénticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernández H, Domínguez E. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Tucumán – Argentina: Fundación Miguel Lillo; 2009.
2. Schmid F. Essai d'évaluation de la faune mondiale des Trichoptères. In Morse JC. (ed.), Proceedings of the 4th International Symposium on Trichoptera. Dr. W. Junk Publishers, Series Entomológica 30. The Hague, 337; 1984.
3. De Moor FC, Ivanov VD. Global diversity of Caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater. *Hydrobiología* [revista en Internet] 2008 [Acceso 21 de julio del 2013]; 595: 393-407. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10750-007-9113-2#page-1>
4. Huamantínco A, Ortiz W. Clave de géneros de larvas de Trichoptera (Insecta) de la Vertiente Occidental de los Andes, Lima, Perú. *Revista peruana biología* [revista en Internet] 2010 [Acceso 21 de julio del 2013]; 17 (1): p. 075-080. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195014936009>
5. Holzenthal R, Blahnik R, Prather A, Kjer K. Orden Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa* [revista en Internet] 2007 [Acceso 16 de julio del 2013]; 1668: (01) p. 639-698. Disponible en: <http://www.mapress.com/zootaxa/2007/f/zt01668p698.pdf>
6. Morse JC. Trichoptera World Checklist [base de datos Internet] 2013 [Acceso 21 de julio del 2013] Disponible en: <http://entweb.clemson.edu/database/trichopt/index.htm>
7. Rueda Martin Paola A. The immature stages of *Phylloicus lituratus* (Trichoptera: Calamoceratidae) with new records of *Phylloicus* and *Banyallarga* species in northwestern Argentina and southern Bolivia. *Zootaxa* [Revista en Internet] 2013 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol. 3669 (3): 321–330 disponible en: <http://www.mapress.com/zootaxa/2013/f/z03669p330f.pdf>
8. Flint OS. The Trichoptera Collected on the Expeditions to Parque Manu, Madre de Dios, Peru. In: Don Wilson y A. Sandoval, eds. *Manu the Biodiversity of Southeastern Peru*. Pp. 369-430; 1996.
9. Rueda Martin Paola A. Morfología y biología de los estados inmaduros de *Marilia cinerea* y *M. elongata*, con redescrición del macho adulto de *M. cinerea* (Trichoptera: Odontoceridae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* [Revista online] 2008 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol.67, n.1-2, pp. 11-20. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S03735680200800100002&lng=es&nrm=iso. ISSN 1851-7471.
10. Springer M. Capítulo 7: Trichoptera. *Revista de Biología tropical* [Revista en Internet] 2010 [Acceso 21 de julio del 2013]; vol. 58: (04); p. 151 -198. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800007
11. Flint OS. Studies of Neotropical caddisflies, XXX: Larvae of the genera of South American Limnephilidae (Trichoptera). *Smithson. Contr. Zool.* 355: 1-30; 1982.
12. Margalef R. *Ecología*. Barcelona España: Editorial Omega S.A.; 1977.
13. Roldan G. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia; 1996.
14. Roldan Pérez G. *Fundamentos de limnología*. Antioquia – Medellín: Editorial Universidad Antioquia; ISBN 958-655-081-8; 1992.
15. Wiggins G. *Larvae of the North American Caddisfly Genera* (Trichoptera). 2ª ed. Toronto: University of Toronto Press; 1996.
16. Pla L. *Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico; 1986
17. Margalef R. *Limnología*. Barcelona-España: Ediciones Omega S.A.; 1983.