

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EL ORDEN TRICHOPTERA EN LA CUENCA EL RONQUILLO -  
CAJAMARCA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
PIER ALEX VÁSQUEZ VILLENA**

**ASESOR:**

**Ing. ALONSO VELA AHUMADA**

**Ing. M.Sc. JHON ANTHONY VERGARA COPACONDORI**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
*Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962*  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**


En Cajamarca, a los **21** días del mes de **marzo** del año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente 2A-201 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según resolución de Consejo de Facultad N° **339-2018-FCA-UNC**, fecha 17 de agosto de 2018, con el objetivo de Evaluar la sustentación de Tesis titulada: **“EL ORDEN TRICHOPTERA EN LA CUENCA EL RONQUILLO - CAJAMARCA”**, Del Bachiller: **VÁSQUEZ VILLENA PIER ALEX**, para optar por el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

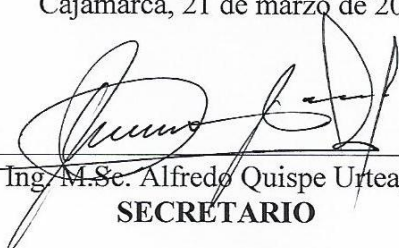
A las 15 horas y 10 minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición de la Tesis, formulación de las preguntas y la deliberación del Jurado, el Presidente del Jurado anunció la **aprobación por unanimidad** con el calificativo de **QUINCE (15)**.

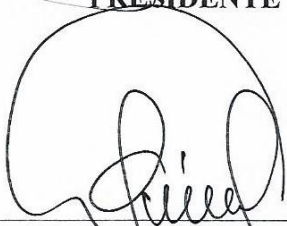
Por lo tanto, el graduado queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las **16** horas y **47** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

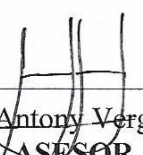
Cajamarca, 21 de marzo de 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez  
**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. M.Sc. Alfredo Quispe Urteaga  
**SECRETARIO**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Ocasio Rogelio Sáenz Narro  
**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Alonso Vela Ahumada  
**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. M.Sc. Jhon Antony Vergara Copacandori  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

**Con todo cariño para mi madre que desde el cielo guía mis pasos. A mi papa, hermanos y familiares, también a todas aquellas personas que me ayudaron a lograr mis objetivos**

## **AGRADECIMIENTO**

**A mis maestros. Personas de gran  
sabiduría, por ayudarme a estar en  
el punto en el que me encuentro.  
Por su guía e incansable trabajo**

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Problema de investigación	2
1.2 Formulación del Problema	2
1.3 Objetivo general	2
1.4 Hipótesis de investigación	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 Antecedentes de la investigación	3
2.2 Orden Trichoptera	6
2.2.1 Morfología	6
a. Larva	6
a.1 Cabeza	7
a.2 Tórax	7
a.3 Abdomen	8
b. Pupa	8
b.1 Cabeza	9
b.2 Tórax	9
b.3 Abdomen	9
c. Adulto	10
c.1 Cabeza	10
c.2 Tórax	10
c.3 Abdomen	11
2.1.2 Biología y ecología	11

a.	Larva	12
b.	Pupa	14
c.	Adulto	14
2.1.3	Taxonomía	15
a.	Sub orden Spicipalpia	17
a.1	Familia Hydrobiosidae	17
a.2	Familia Glossosomatidae	17
a.3	Familia Hydroptilidae	18
b.	Sub orden Annulipalpia	19
b.1	Familia Philopotamidae	19
b.2	Familia Stenopsychidae	19
b.3	Familia Hydropsychidae	20
b.4	Familia Ecnomidae	20
b.5	Familia Polycentropodidae	20
b.6	Familia Xiphocentronidae	21
c.	Sub orden Integripalpia	21
c.1	Familia Lepidostomatidae	21
c.2	Familia Kokiriidae	22
c.3	Familia Limnephilidae	22
c.4	Familia Tasimiidae	22
c.5	Familia Odontoceridae	23
c.6	Familia Atriplectididae	23
c.7	Familia Philorheithridae	24
c.8	Familia Calamoceratidae	24
c.9	Familia Leptoceridae	25
c.10	Familia Sericostomatidae	25
c.11	Familia Anomalopsychidae	26
c.12	Familia Helicopsychidae	26
c.13	Familia Helicophidae	26
2.1.4	Importancia	27
3.	La Cuenca El Ronquillo	28

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>30</b>
3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación	30
3.2 Materiales	30
3.2.1 Material biológico	30
3.2.2 Material de campo	30
3.2.3 Material y equipo de laboratorio	31
3.3 Metodología	31
3.3.1 Trabajo de campo	31
a. Zonas de evaluación	31
a.1 Zona alta	31
a.2 Zona media	32
a.3 Zona baja	32
b. Evaluación	33
b.1 Método cualitativo	33
b.1.1 Red tipo D-net	33
b.2 Método cuantitativo	33
b.2.1 Red surber	33
3.3.2 Trabajo de laboratorio	34
3.3.3 Trabajo de gabinete	34
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>35</b>
4.1 Colecta de insectos	35
4.1.1 Método cualitativo	35
a. Red tipo D-net	35
4.1.2 Método cuantitativo	37
a. Red surber	37
4.2 Identificación taxonómica	39
4.2.1 Suborden Spicpalpia	39
a. Familia Hydrobiosidae	39
a.1 Ecología	39
a.2 Morfología	40
a.2.1 Cabeza	40
a.2.2 Tórax	40
a.2.3 Abdomen	40

b.	Familia Polycentropodidae	41
b.1	Ecología	41
b.2	Morfología	41
b.2.1	Cabeza	41
b.2.2	Tórax	42
b.2.3	Abdomen	42
c.	Familia Hydropsychidae	43
c.1	Larva	43
c.1.1	Ecología	43
c.1.2	Morfología	43
a.	Cabeza	43
b.	Tórax	43
c.	Abdomen	44
c.2	Adulto	44
c.2.1	Ecología	44
c.2.2	Morfología	45
a.	Cabeza	45
b.	Tórax	45
c.	Abdomen	45
d.	Familia Leptoceridae	46
d.1	Ecología	46
d.2	Morfología	47
d.2.1	Cabeza	47
d.2.2	Tórax	47
d.2.3	Abdomen	47
e.	Familia Calamoceratidae	48
e.1	Ecología	48
e.2	Morfología	49
e.2.1	Cabeza	49
e.2.2	Tórax	49
e.2.3	Abdomen	50



<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	51
5.1	Conclusiones	51
<b>VI</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red tipo D-net en época seca o de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo	35
<b>2</b>	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red tipo D-net en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo	36
<b>3</b>	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época seca o de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo	37
<b>4</b>	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época húmeda o de lluvia en la Cuenca El Ronquillo	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Ciclo biológico del Orden Trichoptera (Pescata, 2018)	15
2	Zonas de evaluación en la Cuenca El Ronquillo	32
3	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red tipo D-net en época seca o de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo	35
4	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red tipo D-net en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo	36
5	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época seca o de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo	37
6	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo	38
7	Vista dorsal del estado larval de la Familia Hydrobiosidae	41
8	Vista dorsal del estado larval de la Familia Hydrobiosidae	42
9	Vista dorsal del estado larval de la Familia Hydropsychidae	44
10	Vista dorsal del estado adulto de la Familia Hydropsychidae	45
11	Estados larvales en el interior de sus estuches	46
12	Vista dorsal del estado larval de la Familia Leptoceridae I	48
13	Estado larval en el interior de su estuche	49
14	Vista dorsal del estado larval de la Familia Calamoceratidae	50
15	Método cuantitativo de colecta empleando red tipo D-net	57
16	Método cualitativo de colecta empleando red surber	57
17	Zona de evaluación alta	58
18	Zona de evaluación media	58
19	Zona de evaluación baja	59
20	Larva de la Familia Polycentropodidae en el interior de su estuche, adherido a una roca	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	Registros de temperatura, humedad y precipitación promedio anual en la Cuenca El Ronquillo	56
<b>2</b>	Parámetros fisicoquímicos en época seca o de estiaje (junio a octubre)	56
<b>3</b>	Parámetros fisicoquímicos en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril)	56
<b>4</b>	Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época húmeda o de lluvia en la Cuenca El Ronquillo	57

## RESUMEN

En el distrito de Cajamarca, se realizó una investigación con el objetivo de determinar las familias del Orden Trichoptera que se encuentran presentes en la cuenca El Ronquillo. La cuenca El Ronquillo fue dividida en tres zonas (alta, media y baja), en cada zona se muestreó 100 m de longitud, en ellas se tomaron 3 muestras al azar en 10 m de longitud, empezando desde la zona baja (aguas abajo) hacia la zona alta (aguas arriba) haciendo un total de nueve muestras por evaluación. Se realizaron evaluaciones quincenales de los insectos acuáticos del Orden Trichoptera, colectando los diferentes estados de desarrollo, empleando un método cualitativo (red tipo D-net) y un método cuantitativo (red surber). En la cuenca El Ronquillo en época húmeda y en época seca, fueron identificadas taxonómicamente las siguientes familias: Calamoceratidae (51 larvas), Hydrobiosidae (79 larvas), Hydropsychidae (922 larvas), Leptoceridae (1371 larvas) y Polycentropodidae (5 larvas). La mayor densidad poblacional de larvas del Orden Trichoptera en la cuenca El Ronquillo, corresponde a la familia Leptoceridae, siendo registrada durante las evaluaciones en época húmeda.

**Palabras clave:** Cajamarca, cuenca, El Ronquillo, insecto acuático, Orden Trichoptera.

## ABSTRACT

In the district of Cajamarca, an investigation was conducted with the objective of determining the families of the Trichoptera Order that are present in the El Ronquillo basin. The El Ronquillo basin was divided into three zones (high, medium and low), in each zone 100 m of length were sampled, in which 3 samples were taken at random in 10 m in length, starting from the lower area (downstream) to the upper zone (upstream) making a total of nine samples per evaluation. Biweekly evaluations of the aquatic insects of the Order Trichoptera were carried out, collecting the different stages of development, using a qualitative method (net type D-net) and a quantitative method (red surber). In the El Ronquillo basin in humid and dry seasons, the following families were identified taxonomically: Calamoceratidae (51 larvae), Hydrobiosidae (79 larvae), Hydropsychidae (922 larvae), Leptoceridae (1371 larvae) and Polycentropodidae (5 larvae). The highest population density of larvae of the Order Trichoptera in the El Ronquillo basin corresponds to the Leptoceridae family, being recorded during the wet period assessments.

**Key words:** Cajamarca, cuenca, El Ronquillo, aquatic insect, Order Trichoptera.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

Los individuos del orden Trichoptera se encuentran adaptados a hábitats variados, tienden a especializarse en aspectos relacionados con la colonización, estrategias reproductivas y captura de alimento. Por su abundancia son componentes bioecológicos vitales por su papel en las cadenas tróficas dulceacuícolas. Las larvas constituyen un elemento importante en la fauna de agua dulce especialmente en los ríos (Margalef, 1983). Además, pueden ser utilizados como organismos indicadores de la calidad del agua y como parámetro de análisis de otros aspectos ecológicos como caracterización a nivel de comunidades e individuos, tanto desde el punto de vista estructural como funcional (Reinoso, 1999).

La importancia del Orden Trichoptera (Clase Insecta) radica en que son organismos indicadores de perturbaciones sufridas en un ecosistema, siendo utilizados en aspectos ecológicos especialmente en ríos y quebradas, por lo tanto es uno de los tres órdenes que son considerados como de mayor sensibilidad a alteraciones de su medio. En Cajamarca las diversas actividades humanas afectan los ecosistemas dulceacuícolas, por consiguiente la fauna insectil que vive en ella, existiendo un desconocimiento por parte de la población sobre la distribución e importancia de los insectos acuáticos presentes en la cuenca El Ronquillo, los cuales se ven afectados por las diferentes actividades agrícolas, pecuarias e industriales.

En la presente investigación se determinará la estructura de las comunidades de insectos acuáticos del Orden Trichoptera, realizando tres muestreos en tres zonas de evaluación (alta, media y baja) en la Cuenca El Ronquillo. Se espera que la estructura y composición de los insectos acuáticos no varíe en las diferentes zonas de evaluación, debido a que estos sistemas presentan características físicas y químicas similares, lo cual es indispensable para la estructuración de la comunidad.

## **1.1 Problema de investigación**

En Cajamarca, las diversas actividades humanas afectan los ecosistemas acuícolas, por consiguiente a la fauna insectil que vive en ella, existiendo un desconocimiento por parte de la población sobre la distribución e importancia e los insectos acuáticos presentes en la cuenca el ronquillo, los cuales se pueden ver afectados por las diferentes actividades agrícolas, pecuarias, industriales y humanas. Este fenómeno es más notorio en algunas cuencas como el Ronquillo que ha sido muy afectada por actividades antropogenicas como por causas naturales.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuáles son las familias del orden trichoptera que se encuentran presentes en la cuenca el ronquillo?

## **1.3 Objetivo general**

- Determinar las familias del Orden Trichoptera que se encuentran presentes en la Cuenca el Ronquillo.

## **1.4 Hipótesis de investigación**

- Existen familias del Orden Trichoptera en la Cuenca el Ronquillo.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

Vásquez (2019), estudió las comunidades de macroinvertebrados presentes en el Río Llaucano, y las variables fisicoquímicas correspondientes para un análisis integrado de calidad de agua. Para el análisis de calidad de agua se usaron métodos biológicos (los índices BMWP/ col, BMWP/ bol, CERA, EPT, ABI) fisicoquímicos y químicos (DBO, DQO, Nitratos, Fosfatos, Coliformes termotolerantes, pH, Turbidez, Conductividad, oxígeno disuelto y Caudal). Se seleccionaron 8 puntos de muestreo, los cuales se diferenciaron en zonas rápidas y zonas lentas para la recolección de especies de macroinvertebrados. Se evidenció cambios en las estructuras de las comunidades de macroinvertebrados a medida que la calidad del agua disminuye. Al evaluar la contaminación orgánica del Río Llaucano se pudo determinar que la estación que presenta la mayor contaminación fue PM3 debido a su cercanía a la provincia de Bambamarca, también podemos indicar que de acuerdo a los 5 índices aplicados la mayor calidad del ecosistema acuático del Río Llaucano se presentó en las estaciones PM5 y PM6 en ambas campañas que obtuvieron resultados que van de regular a buena.

Muñoz (2016), caracterizó las aguas del río Grande en Celendín, Cajamarca, Perú, en cinco estaciones de muestreo, durante los meses de octubre a noviembre de 2014 y enero a febrero de 2015. En cada estación se midieron parámetros fisicoquímicos; asimismo, se recolectaron macroinvertebrados bentónicos para determinar la diversidad y el EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) para determinar la calidad de agua. El número total de individuos fue de 9713 pertenecientes a 9 clases, 14 órdenes y 37 familias.

Medina (2011), relacionó las variables ambientales con el Índice Biótico Andino del río Chili, que evidencia contenido de contaminantes; a través de un único muestreo, con tres repeticiones, realizado en tres estaciones a lo largo de la subcuenca del río Chili en los meses de junio a agosto del 2011, se evaluó el zoo bentos y variables fisicoquímicas. Se calculó el Índice Biótico Andino. Se realizó la identificación, descripción de las familias y el conteo de los individuos encontrados en cada estación, encontrándose un total de 9 órdenes y 11 familias, dentro de las cuales la clase Insecta fue la más abundante con Díptera (30,38 %), Trichoptera (10,95 %) y Ephemeroptera (10,95 %).

Se concluye que la calidad del agua del río Chili, es de regular a mala o contaminada por haber obtenido una puntuación de 36 con el ABI.

Sajami (2015), determinó la composición y distribución espacial y temporal de la comunidad de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera (EPTC) en una quebrada de primer orden, Chanchamayo, Perú. Se realizaron colectas bimensuales desde marzo del 2013 a enero del 2014 en cuatro microhábitats lóticos: piedra, grava, musgo y hojas retenidas en la corriente. Fueron colectados un total de 7825 individuos agrupados en 51 géneros distribuidas en 27 familias de EPTC. La mayor riqueza y abundancia fue registrada en las hojas retenidas en la corriente y durante los meses de julio y setiembre (menor caudal). La variación espacial estuvo explicada por la heterogeneidad del hábitat; y la variación temporal se explicó principalmente por la hidrología del ecosistema. El factor espacial predominó sobre el temporal para determinar la estructura de la comunidad de EPTC. Además el análisis de similitud porcentual (SIMPER) permitió identificar las especies que más influyeron en la estructura comunitaria de EPTC. La quebrada Pichita fue calificada como de referencia por el "Riparian, Chanel and Enviromental Inventory" (RCE) y el Protocolo de la Calidad Ecológica de los Ríos Andinos (CERA).

Salcedo *et al.* (2013), evaluó la biodiversidad de macroinvertebrados y la calidad ecológica de la microcuenca San Alberto (provincia de Oxapampa, Pasco) de abril a julio de 2013. En los tres sitios fueron colectados macroinvertebrados bentónicos en piedra y arena. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos, nutrientes y metales en el agua. Se registraron un total de 123 taxones de 47 familias (101 taxones en la cuenca alta, 77 en la cuenca media y 55 en la cuenca baja). El estado ecológico de las cuencas alta y media fueron de "muy buena" calidad y de la cuenca baja fue "regular". Los resultados indican que la diferencia de calidad de hábitat ribereño y fluvial así como de conductividad, sólidos disueltos y nitratos influyen negativamente sobre la calidad del agua, y ésta, sobre la comunidad de macroinvertebrados. Las familias reportadas como sensibles a la contaminación (Leptophlebiidae, Oligoneuriidae, Perlidae, Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Odontoceridae, Blephariceridae) mostraron ser bioindicadores de calidad de agua para la microcuenca.

Jaimes *et al.* (2016), analizó la estructura de las larvas del orden Trichoptera en 7 afluentes en la Sierra Nevada de Santa Marta. Las muestras fueron recolectadas usando una red Surber con ojo de malla de 250  $\mu$ m, se recolectaron al azar tomando 5 réplicas para un total de 0,9 m<sup>2</sup> de área muestreada para cada río. Se encontró un total de 868

individuos del orden Trichoptera, distribuidos en 9 familias y 15 géneros. Hydropsychidae y Leptoceridae fueron las más representativas. En términos generales, los valores de diversidad y abundancia reflejan. Los resultados de este trabajo indican que los afluentes estudiados constituyen importantes reservorios de diversidad de tricópteros.

Posada *et al.* (2003), determinó la diversidad de las larvas de Trichoptera en el departamento de Antioquia (nor-occidente de Colombia), se muestreó durante trece meses y a lo largo de un gradiente altitudinal (desde el nivel del mar hasta 2800 m), en 84 estaciones (incluyendo 73 lóticos y 11 lénticos). Se tomaron muestras en todos los sustratos posibles, utilizando redes de pantalla, triangular y manualmente. Los resultados preliminares indican que los Trichoptera en Antioquia incluyen 13 familias y 33 géneros, entre los cuales la familia Atriplectididae (representada por la larva de Neotriplectides) y los géneros *Culoptila*, *Mexitrichia* (Glososomatidae), *Macronema*, *Macrostemum* (Hydropsychidae), *Leucotrichia*, *Metrichia*, *Oxyethira*, *Rhyacopsyche* y *Zumatrichia* (Hydroptilidae) son nuevos registros para la región. Una clave taxonómica para los géneros de Trichoptera, basados en la morfología de las larvas se proporciona para el departamento de Antioquia.

Sganga (2011), analizó variaciones estacionales y espaciales de Trichoptera en arroyos del Parque Provincial Salto Encantado, se realizaron campañas durante abril y noviembre de 2006 y enero y marzo de 2008, en 7 sitios ubicados en las cuencas de los arroyos Cuñá-Pirú y Garuhapé. Se tomaron muestras de Trichoptera con una red Surber obteniéndose un total de 195 réplicas (3 réplicas en rápidos/correderas en 2006 y 3 réplicas por hábitat en 2008). Además, en cada oportunidad se midieron distintas variables ambientales a escala de hábitat y tramo. La composición taxonómica difirió entre sitios en un mismo período hidrológico, pero no se detectaron diferencias marcadas entre períodos para un mismo sitio. Los rápidos con podostemáceas fueron los hábitats que sostuvieron los mayores valores de diversidad, riqueza, densidad media y biomasa. El mantenimiento de la integridad ecológica de los ecosistemas estudiados es vital para la calidad del agua y la persistencia de la biota. Esta información es básica y necesaria para poder evaluar los cambios antrópicos que puedan producirse en un futuro.

Zamora *et al.* (2011), estudió el orden Trichoptera bajo distintos aspectos con el fin de utilizarlos como sensores del cambio climático, se citan 42 especies en el macizo, de las que el 19 % corresponden a endemismos ibéricos. El estudio morfológico y genético

de las larvas de varias especies endémicas permitió encontrar características fiables para poder realizar la descripción y distinguirlas fácilmente. Los resultados muestran que la temperatura media del agua ha aumentado 2,5 °C en los últimos 20 años y que ha ido acompañado de un aumento de la riqueza de especies de trichopteros. Este aumento ha sido más acentuado al incrementar la altitud. Dado que las especies de tricópteros tienen un limitado rango de distribución podrían verse amenazadas por otras especies con requerimientos ecológicos similares. Los resultados ponen de manifiesto la vulnerabilidad de la biodiversidad acuática y llaman a estrategias de conservación que consideren especialmente los ecosistemas fluviales.

## **2.2 Orden Trichoptera**

Dentro del reino animal, la clase insecta es un grupo amplio, debido a que, poseen hábitats variables, tienden a especializarse en aspectos relacionados con la colonización, estrategias reproductivas y captura de alimento; tienen la particularidad de colonizar el medio acuático (Wetzel, 1981).

Por concordancia etimológica el nombre del orden Trichoptera, hace alusión a los adultos y significa “ala con pelos” (del griego, “trichos” = pelos, “pteron” = ala) (Wiggins, 2004). Así mismo, Springer (2010) señala que, el orden trichoptera (en inglés llamados “caddisflies”) pertenece al grupo de órdenes de insectos, en los cuales la totalidad de las especies depende del medio acuático para su desarrollo.

### **2.2.1 Morfología**

#### **a. Larva**

Es acuática de tipo campodeiforme o eruciforme, tienen el cuerpo alargado y presentan la división característica de los insectos cabeza, tórax y abdomen. Al tratarse de insectos holometábolos, el paso de larva a adulto requiere una serie de cambios drásticos que ocurren durante la fase de pupa siempre dentro de un estuche o capullo pupal, las larvas de vida libre o que viven en refugios al final del último estadio larvario, construyen un estuche pupal fijado a las rocas o a la vegetación con distintos materiales. Por otro lado, las larvas que poseen estuche fijan la parte posterior al sustrato y cierran las aberturas anterior y posterior con seda o con distintos materiales. Una vez dentro del estuche pupal, la larva adopta una postura estática y comienza la metamorfosis (Zamora *et al.*, 2015).

## **a.1 Cabeza**

Es bien desarrollada y, aunque en algunas especies es alargada, normalmente es redondeada. Está formada por cuatro escleritos: dos parietales (o laterales) situados a ambos lados de la cápsula cefálica, el frontoclípeo en posición dorsal y el apotema ventral (o esclerito gular o gula) en posición ventral. En dos protuberancias transparentes situadas en la parte anterior de los dos escleritos parietales se sitúan los ojos compuestos. Una característica importante de los tricópteros es el tamaño y posición de las antenas. Las piezas bucales son de tipo masticador. El labro es, normalmente, más ancho que largo, con los ángulos anteriores redondeados. Las mandíbulas siempre están bien desarrolladas y la presencia o no de dientes va a depender del hábito alimentario de la especie. El margen cóncavo interno de la mandíbula forma dos bordes cortantes (superior e inferior), los cuales pueden portar un número variado de dientes. Las maxilas y el labio están fuertemente fusionados (Zamora *et al.*, 2015).

Springer (2010) señala, que la cabeza es esclerotizada y puede ser uniforme en su coloración (en la mayoría café claro u oscura) o bien presentar diferentes patrones de manchas. Una característica importante es el tamaño y la posición de las antenas las mismas que pueden ser pequeñas prácticamente invisibles. Según Domínguez y Fernández (2009), los ojos están formados por ocelos larvales (stemmata) en número reducido, la seda a veces es secretada a través de un orificio apical del labio (hilandera) que suele estar rodeado de papilas filamentosas.

## **a.2 Tórax**

Portan tres pares de patas, provistas de fuertes uñas con las que se anclan a los estuches que fabrican o al sustrato. El tórax está dividido en tres segmentos, de los cuales el pronoto siempre está esclerotizado. La forma de este varía según las familias y se considera un carácter taxonómico importante. El primer par de patas es más corto que los otros dos e interviene en las construcciones del estuche o del refugio larvario y en la captura de alimento (Zamora *et al.*, 2015).

Springer (2010), señala que las patas pueden estar modificadas como una adaptación para la locomoción o el tipo de alimentación. El primer par de patas puede tener modificaciones para filtrar el agua tales como densas brochas de pelos largos como en Hydropsychidae o para agarrar sus presas formando unas pinzas en Hydrobiosidae. En

algunas familias la tibia y el tarso pueden estar fusionados formando una pata corta, en la familia Leptoceridae el segundo y tercer par de patas son más largas a menudo con franjas de pelos largos, para facilitar la natación.

### **a.3 Abdomen**

Es largo y está formado por diez segmentos membranosos, con o sin traqueobranquias que a su vez pueden ser simples o ramificadas. Las branquias, a veces también presentes en el tórax, ocupan una posición particular sobre cada segmento. El cuerpo suele ser de color pardo claro, pero algunas familias presentan colores llamativos como verde o anaranjado. En la mayoría de las especies que fabrican estuches durante su desarrollo larvario, en el segmento abdominal I presentan unas protuberancias no esclerotizadas y retráctiles laterales y, a veces, otra dorsal. Estas protuberancias les permiten anclarse a la pared del estuche y sujetarlo durante el desplazamiento del animal. La región pleural del abdomen porta la llamada línea lateral, un fino pliegue formado por sedas cortas cuya estructura y composición tiene carácter taxonómico (ocasionalmente con filamentos bífidos, tubérculos laterales o lamelas bifurcadas y lamelas aserradas). La mayoría de las especies presentan pocas setas en el abdomen pero en algunas, como en la familia Hydropsychidae, la piel está densamente cubierta. No presentan patas abdominales excepto un par de falsas patas anales o apéndices anales en el último segmento abdominal, que se estrecha respecto al resto y en él se encuentra la hendidura anal. Cada apéndice termina en una uña anal fuerte (Zamora *et al.*, 2015).

### **b. Pupa**

Al tratarse de insectos holometábolos, el paso de larva a adulto requiere una serie de cambios drásticos que ocurren durante la fase de pupa siempre dentro de un estuche o capullo pupal. Las pupas, como las larvas, son acuáticas (aunque se conoce un género, *Ironoquia* (Limnephilidae), con pupas terrestres). Las larvas de vida libre o que viven en refugios, al final del último estadio larvario, construyen un estuche pupal fijado a las rocas o a la vegetación con distintos materiales. Por otro lado, las larvas que poseen estuche fijan la parte posterior al sustrato y cierran las aberturas anterior y posterior con seda o con distintos materiales. Una vez dentro del estuche pupal, la larva adopta una postura estática y comienza la metamorfosis. Son de tipo exarate o pupa libre ya que las distintas partes del cuerpo: las antenas, las patas y las alas se desarrollan libres del cuerpo y se reconocen con facilidad (Zamora *et al.*, 2015).

Domínguez y Fernández (2009), señala que las pupas son móviles en el capullo, realizan movimientos abdominales ondulatorios de función ventilatoria y frecuentemente se desplazan hacia uno u otro extremo aparentemente para limpiar las aberturas de las tapas de sus capullos de elementos que impiden el paso de agua.

### **b.1 Cabeza**

Las antenas son muy largas y se sitúan ventrolateralmente a lo largo del tórax y el abdomen, y pueden enrollarse alrededor del extremo final del abdomen en algunas especies. Además son décticas, por lo que poseen mandíbulas para escapar del capullo pupal (Zamora *et al.*, 2015).

Domínguez y Fernández (2009), señala que las mandíbulas son grandes alargadas con bordes cortantes o con dentículos en su cara interna, utilizadas para cortar el capullo pupal. El labro a veces lleva grupos de pelos rígidos terminados en gancho, cuya función es la de limpiar la abertura anterior del capullo.

### **b.2 Tórax**

No presenta grandes modificaciones. Algunas especies presentan franjas de sedas natatorias en los tarsos de las patas mesotorácicas (Zamora *et al.*, 2015). Al respecto Domínguez y Fernández (2009), mencionan que presentan esbozos alares cortos.

### **b.3 Abdomen**

Se pueden observar restos de las branquias presentes durante el desarrollo de la larva y la línea lateral. Además se forman unas placas dentadas esclerotizadas en el dorso del abdomen. Este aparato de anclaje ayuda a la pupa a salir del estuche (Zamora *et al.*, 2015).

Domínguez y Fernández (2009), señala que el primer terguito abdominal presenta una apófisis esclerotizada de forma variable, los otros terguitos llevan uno o dos pares de placas esclerotizadas con ganchos cortos y curvos permitiendo engancharse en la seda del capullo posibilitando el movimiento de la pupa hacia adelante y hacia atrás, branquias abdominales presentes o ausentes.

## **c. Adulto**

Son terrestres y presentan un aspecto similar a los microlepidópteros (Zamora *et al.*, 2015). Domínguez y Fernández (2009), señalan que los adultos se encuentran en las vecindades de los cuerpos de agua donde viven las larvas. La mayoría son crepusculares de escasa actividad limitándose a la búsqueda de ejemplares del sexo opuesto, de día permanecen posados sobre plantas o piedras confundiendo con el medio ya que se quedan quietos y disimulados sobre el sustrato debido a su coloración poco llamativa, muy pocas especies vuelan de día o a pleno sol.

### **c.1 Cabeza**

Presenta antenas largas y filiformes, ojos compuestos bien desarrollados y hasta tres ocelos no siempre presentes (carácter que se utiliza para la separación de familias). A diferencia de los lepidópteros, las piezas bucales son de tipo lamedor, con mandíbulas vestigiales. Las maxilas junto con el labio y un área hipofaríngea contribuyen a la formación de la probóscide o haustelo con la que toman agua y líquidos azucarados, prácticamente de lo único que se alimentan en fase adulta, en el caso de que lo hagan. El número y la longitud de los segmentos que forman el palpo maxilar es un carácter taxonómico para diferenciar las distintas familias del orden (Zamora *et al.*, 2015).

Domínguez y Fernández (2009), señalan que la cabeza presenta tubérculos pilosos de forma y disposición diferentes, en algunas especies hay distinto número de ocelos según el sexo pueden ser salientes o quedar ocultos por la pubescencia, la longitud de las antenas es variada desde cortas a largas sobrepasando a veces la longitud del cuerpo, en reposo son mantenidas hacia adelante horizontalmente u oblicuamente. Algunas especies con glándulas odoríferas desarrolladas. Los Annulipalpia tienen el último artejo del palpo maxilar anillado.

### **c.2 Tórax**

Se divide en tres segmentos bien desarrollados, con patas provistas de espinas tibiales y dos pares de alas membranosas. Las patas son largas y delgadas, siendo más cortas las patas delanteras. Sin embargo, en algunas especies se observa que las hembras presentan las tibias y los tarsos de las patas intermedias alargadas, lo que les permite nadar por debajo de la superficie del agua durante la ovoposición. La reducción y modificación de las espinas que se ha producido en las distintas especies hace que la



fórmula del número de espinas o "*spur formula*" se considere un carácter taxonómico importante para la identificación de las familias. La venación de las alas, sobre todo de las venas longitudinales, también es un carácter importante para la taxonomía a nivel supraespecífico, mientras que el estudio de las horquillas apicales puede ser útil para distinguir distintas familias (Zamora *et al.*, 2015).

### **c.3 Abdomen**

Se divide en 10 segmentos, de los cuales los últimos (generalmente el IX y X en machos y el VIII, IX y X en hembras) están modificados y constituyen la genitalia externa. Es mucho más compleja en machos, que pueden ser fácilmente reconocidos por la existencia de gonópodos (o apéndices inferiores), frecuentemente segmentados y en forma de fórceps. Su morfología externa, sobre todo en machos, es un carácter taxonómico importante para la identificación de las especies (Zamora *et al.*, 2015).

Domínguez y Fernández (2009), señalan que el abdomen es cilíndrico cónico ligeramente comprimido con tergo y esterno poco esclerotizados y pleuras membranosas. El noveno segmento abdominal del macho generalmente es un anillo continuo que lleva el falo, el segmento décimo o anal es un cono frecuentemente fusionado al XI.

### **2.2.2 Biología y ecología**

La mayoría de los tricópteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal acumulado, algunas especies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas (Roldán, 1992).

Se consideran cosmopolitas y están presentes en todos los continentes y regiones faunísticas con excepción de los polos y algunas remotas islas oceánicas. En los ambientes acuáticos los trichopteros revisten una gran importancia dentro de las cadenas alimenticias y el reciclaje de nutrientes, la capacidad de las larvas para producir seda, la cual ha resultado en una notable variedad de formas y estuches y refugios y su funcionamiento ha permitido a este orden de insectos explotar exitosamente una gran cantidad de nichos ecológicos dentro de los ecosistemas de agua dulce con mucha exclusividad, pueden encontrarse en todos los ambientes acuáticos en aguas limpias y bien oxigenadas con excepción de aquellos con excesiva contaminación (Lehmkuhl, 1979).

La producción de seda y la construcción de refugios o estuches le proporcionan varias ventajas a las larvas, incluyendo camuflaje y protección contra depredadores, ayuda en la respiración. Debido a su gran diversidad ecológica y la diversidad de rangos de tolerancia según la familia o géneros resultan muy útiles como bioindicadores de la calidad del agua y la salud del ecosistema (Springer, 2006).

Aunque algunas especies pueden ocurrir en aguas con alto contenido de materia orgánica en suspensión o bien en aguas acidas o de altas temperaturas. En general, se considera que el conjunto de trichoptera es un componente importante de las comunidades bentónicas, siendo inclusive utilizados como modelos para fabricar anzuelos en pesquería artesanal. A pesar de ser un orden de insectos completamente acuáticos en sus fases inmaduras algunas especies son de hábitat semiacuáticos, encontrándose fuera del límite del agua, en la superficie mojada de rocas o en las riberas (Mccafferty, 1998).

Domínguez y Fernández (2009), señalan que se los encuentra en los sitios más batidos por la corriente representado por distintas especies ya que cada una tiene una reducida tolerancia a las condiciones ambientales. A lo largo de un río las especies de tricópteros se distribuyen dependiendo de la velocidad de la corriente ya que actúa sobre la distribución del alimento y la construcción de su capullo. Es frecuente que los adultos desoven en el lugar donde emergieron, la velocidad de la corriente y la temperatura tiene un efecto directo sobre la concentración de oxígeno siendo esto uno de los limitantes más severos en la distribución de tricópteros.

#### **a. Larva**

Viven en el fondo o laderas de los ríos y asociadas a macrófitas semisumergidas, adheridos a vegetación flotante o enraizada, enterrados en el fondo, sobre rocas y troncos sumergidos, algunos nadan libremente dentro del agua o sobre su superficie. Las larvas y pupas son acuáticas, algunas pocas son terrestres o salen en ocasiones del agua, o empupan fuera de ella. Todas las larvas secretan seda con la que hilan filamentos, redes o capullos y refugios fijos o transportables, los cuales sirven a menudo para su identificación (Roldán, 1988).

En su existencia inmadura se dedican a rondar por entre las piedras del fondo, principalmente en los sectores más oxigenados de los ríos, que incluyen los rápidos y aguas más agitadas, especialmente de zonas elevadas (Guevara, 2004). Son insectos

holometábolos (poseen metamorfosis completa, identificándose claramente las etapas de huevo, larva, pupa y finalmente el adulto), cuyas larvas viven en todo tipo de hábitat (lóticos y lénticos), pero en los lóticos y fríos es donde parece presentarse la mayor diversidad (Wiggins, 1996).

La mayoría de los tricópteros requieren de uno a dos años para su desarrollo, a través de los cuales pasan por cinco a siete estadios. Es en la etapa de larva en la que pasan la mayoría de su ciclo de vida, que en total dura aproximadamente un año, periodo que contrasta con las escasas semanas en que se encuentran especímenes como pupa o adulto. Es por esta razón que es relevante identificar las características anatómicas y de comportamiento de estas larvas (Sandoval, 2005).

El desarrollo larval pasa por cinco estadios en la mayoría de las especies, y puede durar de varios meses a años, dependiendo de la especie y de los factores ambientales (Benke *et al.*, 1980). La producción de seda y la construcción de los refugios o estuches le proporcionan varias ventajas a las larvas, incluyendo camuflaje y protección contra depredadores, ayuda en la respiración, protección contra el arrastre por la corriente y también facilita la alimentación (Springer, 2006).

La locomoción de las larvas depende del hábitat, existen larvas reptadoras, agarradoras, nadadoras, trepadoras y excavadoras algunas especies son capaces de nadar con todo y casa mediante el uso de patas nadadoras o el uso de materiales de construcción, otras especies al contrario utilizan materiales pesados como piedras para evitar ser arrastrados por la corriente. Otro comportamiento interesante que existe en las larvas de la familia Hydropsychidae, es la defensa de pequeños territorios para la ubicación de sus redes filtradoras. Para eso, la larva emite un sonido por estridulación, mediante unas estrías en la parte ventral de la cabeza. El sonido es producido por un movimiento rápido de la cabeza contra una parte elevada en la cara frontodorsal del fémur de la pata delantera (Wiggins, 2004).

Los Trichoptera tienen los diferentes tipos de alimentación, hay varios géneros que son raspadores de perifiton, en especial de las familias Hydroptilidae, Glossosomatidae y Xiphocentronidae, otros se alimentan de materia orgánica en descomposición (p.ej. hojarasca sumergida), como Calamoceratidae, Lepidostomatidae y Leptoceridae. Entre las especies más abundantes en los ríos están las filtradoras de materia orgánica fina en suspensión, especialmente de la familia Hydropsychidae, las cuales construyen redes finas en la corriente para filtrar el agua. Finalmente, hay varios tricópteros

depredadores de otros organismos acuáticos, como las larvas de Hydrobiosidae y Polycentropodidae. Es importante mencionar que algunos tricópteros filtradores son también depredadores de larvas en deriva que caen en sus redes. Por otro lado, los adultos únicamente consumen líquidos, como néctar, debido a que carecen de mandíbulas (Benke *et al.*, 1980).

Dentro de los tricópteros, se distinguen cinco grupos, diferenciados principalmente por el comportamiento de las larvas. Un aspecto puntual de su comportamiento es el que determina esta separación en grandes grupos de especies distintas. Las larvas de varias especies construyen unas corazas o cajas en las que viven durante dicha etapa. Esta caja puede ser fabricada con diferentes características, y son éstas las que diferencian los cinco grupos. Algunas de ellas construyen un refugio entre las piedras, protegido con una malla, como las de las arañas, estas se denominan net-spinning caddis. Otro grupo construye unas caparazones en forma de domo o caparazón de tortuga y se les conoce como saddle-case caddis o tortoise-case makers. Otro grupo que incluye especies de pequeño tamaño construye un refugio simple al final de su etapa de larva, y se les denomina purse-case caddis o purse-case makers. Un grupo muy variado denominado tube-case caddis, construye refugios tubulares portátiles de distintas formas y materiales. El quinto grupo, agrupa las especies que no construyen ningún tipo de coraza o caja, por lo que en inglés se les denomina free-living caddis, indicando que su vida transcurre en un estado libre de coraza (Sandoval, 2005).

## **b. Pupa**

La etapa pupal dura de dos a tres semanas, al cabo de los cuales emerge el adulto (Zamora *et al.*, 2015).

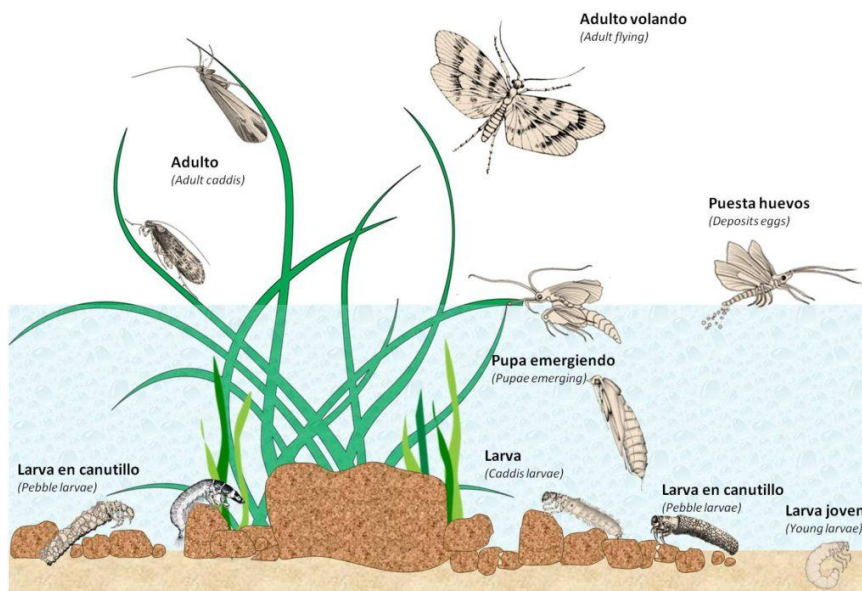
## **c. Adulto**

Son aéreos, tienen el aspecto de polillas o mariposas de largas antenas, casi siempre de colores pardo grisáceos, activos principalmente de noche y cerca de los cuerpos de agua donde desovan (Angrisano, 1995).

Son activos en las primeras horas de la noche. Las hembras depositan los huevos en el agua y los encierran por lo regular en una masa gelatinosa. Se caracterizan por construir casas o refugios que construyen en un estado larval, los cuales sirven a menudo para su identificación. Los refugios fijados al sustrato les sirven por lo regular de protección y

captura de alimento. Las casas portátiles le sirven de protección y de movimiento en busca de oxígeno y alimento (Roldán, 1988).

Los adultos son de vida relativamente corta y la cópula se da sobre el sustrato; para la comunicación entre los sexos se utilizan feromonas y, en algunas familias hacen vibraciones en el sustrato. En algunas especies, los machos forman enjambres encima o en la cercanía del cuerpo de agua. Son de hábito de vuelo vespertino cerca de los cuerpos de agua aunque existen especies de hábitos diurnos la mayor actividad ocurre entre las 6 y 10 de la noche. En reposo las alas se mantienen dobladas en forma de tejadillo sobre el cuerpo. Las hembras ponen sus huevos dentro del agua o bien en la vegetación encima de la superficie (Rincón y Prado, 1995).



**Figura 1.** Ciclo biológico del Orden Trichoptera (Pescata, 2018)

### 2.2.3 Taxonomía

En la determinación de los tricópteros se tienen 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 (Roldán, 1988).

Hay 3 subórdenes (Annulipalpia, Integripalpia, Spicipalpia), repartidos en 45 familias y se conocen alrededor de 10000 especies descritas de agua dulce alrededor del mundo (Wiggins, 2004).

Los nombres de estos subórdenes hacen referencia a caracteres relacionados con las partes bucales de los adultos, los cuales son diagnósticos para las familias. Sin embargo, también se pueden encontrar diferencias entre las larvas y sus construcciones a nivel de suborden. Los Annulipalpia comprenden familias con larvas que se movilizan ágilmente, mediante el uso de propatas anales bien desarrolladas y que construyen refugios fijados al sustrato. El suborden Spicipalpia son de vida libre, constructoras de casitas en forma de concha de tortuga o estuches bivalvos. El suborden también es llamado “closed cocoon makers”, refiriéndose a la característica de todas sus especies (incluyendo las de vida libre), de construir un capullo pupal de seda totalmente cerrado y con las paredes formando una membrana semipermeable. Todas las demás familias, constructoras de casas portátiles, están incluidas en el suborden Integripalpia. La fauna mundial de tricópteros cuenta actualmente con más de 13 500 especies descritas en 600 géneros (Holzenthal *et al.*, 2009).

En la clasificación de las larvas de tricópteros a nivel de familia es importante observar características morfológicas de las larvas, ya que en varias familias las casas o estuches pueden ser semejantes en su forma y en el material utilizado. Estas características incluyen la presencia o ausencia de placas esclerotizadas en los segmentos torácicos, la presencia o ausencia de branquias abdominales, la longitud y posición de la antena, la presencia de protuberancias en el primer segmento abdominal, y modificaciones de las patas torácicas, entre otros caracteres. Sin embargo, en las especies portadoras de casitas, también es importante tomar en cuenta la forma de la misma y el tipo de material utilizado, ya que en algunas familias el estuche es característico y puede ser utilizado en la identificación taxonómica (De Moore e Ivanov, 2008).

De Moore e Ivanov (2008), refieren a la siguiente lista de familias del orden Trichoptera presentes por subórdenes:

## **a. Sub orden Spicipalpia**

### **a.1 Familia Hydrobiosidae**

En el pasado esta familia fue considerada una subfamilia de Rhyacophilidae, las larvas son de vida libre y se alimentan de otros organismos acuáticos, por lo que poseen el primer par de patas adaptadas para agarrar sus presas. La cabeza es dirigida hacia adelante, pueden presentar diferentes coloraciones y patrones de manchas, aparentemente característicos para las distintas especies, en el tórax el primer segmento es esclerotizado el abdomen no presenta branquias y posee propatas anales bien desarrolladas con uñas en forma de gancho. La pupa se forma dentro de un capullo de seda de color oscuro, en un refugio de piedritas pegado al sustrato. Se encuentran en la zona de corriente en ríos y quebradas y desde el nivel del mar hasta alrededor de los 3 000 m de altitud. La familia posee amplia distribución en Suramérica, con más de 20 géneros (Springer, 2006).

Domínguez y Fernández (2009), mencionan que los adultos tienen tres ocelos, palpos maxilares de cinco artejos, patas delgadas con dos pares de espolones tibiales en las patas medias y posteriores, alas con venación completa y primitiva

### **a.2 Familia Glossosomatidae**

Las larvas de Glossosomatidae se encuentran sobre piedras en ríos y quebradas de aguas limpias, a veces en grandes números, sobre todo en la zona de corriente moderada, donde raspan algas de la superficie pedregosa. Es común encontrar larvas de más que un género en el mismo hábitat. La familia está ampliamente distribuida a nivel mundial. Las larvas de todas las especies forman pequeñas casitas de piedritas o granos de arena, y la cargan en forma de concha de tortuga, a menudo con dos huequitos redondos o pequeñas “chimeneas” en su superficie dorsal. Bajo condiciones de estrés tienden a abandonar sus casitas por lo que se podrían confundir con algunos de los tricópteros de vida libre Sin embargo, se distingue fácilmente de estos últimos por no poseer el meso y metanoto cubierto totalmente de escleritos (Flint *et al.*, 1999).

Las propatas anales ampliamente unidas al abdomen con las garras o uñas de estas propatas anales presentando por lo menos un gancho accesorio dorsal; además carecen de agallas (branquias) (McCafferty, 1998).

Domínguez y Fernández (2009), refieren que las larvas son anchas con pronoto esclerotizado en vista dorsal pronoto prolongado o más ancho en su parte media, mesonoto con tres escleritos y metanoto con dos pequeños escleritos, patas aproximadamente de igual tamaño. Los adultos son de tamaño pequeño, alas anteriores usualmente de menos de 3 mm de largo, de colores negros o pardos, a veces con hileras o manchas de pelos blancos tienen antenas peludas y normalmente más cortas que las alas, ocelos presentes.

### **a.3 Familia Hydroptilidae**

Los llamados “microtricópteros”, por su pequeño tamaño entre 2 - 6 mm, presentan la familia de mayor riqueza taxonómica con un número de especies nuevas, una particularidad de la familia es la “hipermetamorfosis”, lo cual quiere decir que las larvas pasan las primeras etapas muy rápido y de vida libre, mientras que el último (cuarto) estadio es el que construye la casita o refugio y su abdomen se engorda (Wiggins, 1996).

Las larvas son variables en su morfología, aunque todas poseen los tres segmentos torácicos esclerotizados y carecen de branquias. La construcción de sus refugios o casitas también es altamente variable entre géneros, desde refugios de seda planos, fuertemente pegadas al sustrato hasta casitas portátiles de seda pura, granitos de arena, valvas de diatomeas, algas filamentosas, pedacitos de hojas de musgo u otro material vegetal. Las casas a menudo son aplanadas lateralmente y poseen aperturas por ambos lados, de tal forma que la larva puede dar vuelta dentro de su casa y movilizarse en ambas direcciones. También hay varios géneros de vida libre construyen un refugio únicamente para pupar (Flint *et al.*, 1994).

Las larvas de Hydroptilidae se encuentran en una gran variedad de hábitats, tanto lénticos como lóticos, pero son especialmente abundantes en paredes de cascadas y en la zona de salpicadura en rocas grandes en medio de ríos con corrientes fuertes, donde se alimentan de diatomeas y otras algas. También hay algunas especies que habitan lagos y otros ambientes lénticos se han encontrado especies en aguas con condiciones fisicoquímicas bastante extremas, como altas temperaturas y pH ácido (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), indican que los adultos miden de 1,5 a 5 mm densamente cubiertos por pelos, pueden tener 3, 2 o ningún ocelo, tiene alas largas, estrechas con largos pelos en los bordes y nerviación reducida.



## **b. Sub orden Annulipalpia**

### **b.1 Familia Philopotamidae**

Las larvas de Philopotamidae se caracterizan por tener únicamente el pronoto esclerotizado, la cabeza alargada, el cuerpo sin branquias y sobre todo por su labro membranoso en forma de "T". Las larvas habitan en ríos y quebradas con corrientes, donde se encuentran tanto en piedras como en acumulaciones de hojarasca y se alimentan de materia orgánica fina. Las larvas aparentemente prefieren quebradas pequeñas muy limpias, tipo nacientes y ojos de agua (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), mencionan que las larvas alargadas algo arqueadas de cuerpo blando, son filtradoras, tejen redes tubulares cerradas por un extremo con forma de dedo de guante en arroyos claros y rápidos. Los adultos tienen ocelos y antenas robustas de artejos cortos.

### **b.2 Familia Stenopsychidae**

Esta es una pequeña familia de trichópteros grandes y bastante notables, algunos de colores muy vivos, cuyas larvas se encuentran en redes tubulares alargadas unidas a rocas en las fuertes corrientes de ríos (Holzenthall *et al.*, 2007).

La larva tiene una cabeza muy alargada y labrum esclerotizado con márgenes membranosos con franjas densas de setas cortas. El labrum con su pincel setal, aparentemente se usa para arreglar las redes tubulares, al igual que el labrum membranoso, se alimentan tanto de insectos como de material orgánico. Los adultos tienen patrones de alas prominentes, a menudo con pelos negros y dorados y en algunas especies las piezas bucales se extienden y las mandíbulas son prominentes (Schmid, 1969).

### **b.3 Familia Hydropsychidae**

Muy común y de amplia distribución geográfica, las larvas son fácilmente reconocibles por sus branquias ramificadas en el abdomen y su piel densamente cubierta de setas o pelos cortos. Presentan a menudo un color verde intenso y se encuentran además entre los tricópteros más grandes (tanto las larvas como los adultos). Las larvas son un poco difíciles de distinguir en sus etapas jóvenes, varias de las características que los

distinguen, se ven bien solamente en la última etapa larval por lo que hay que ser cuidadoso a la hora de identificar larvas pequeñas. Se encuentran principalmente en ambientes lóticos desde ríos grandes a pequeños riachuelos, casi siempre en la zona de corrientes moderadas a fuertes (inclusive en paredes de cascadas), donde filtran la materia orgánica en suspensión y pueden ser localmente muy abundantes. La familia es de distribución mundial, con la presencia de 4 subfamilias y 16 géneros (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), refieren que los tres tergos torácicos son esclerotizados, cabeza más o menos aplanada dorsalmente cuerpo arqueado en forma de C, los adultos son diversificados en forma, carecen de ocelos y tubérculos pilosos, es una de las familias más dominantes en aguas corrientes tanto por su abundancia como diversidad.

#### **b.4 Familia Ecnomidae**

Esta familia, característica única de este género es el trocantín muy alargado y aplanado, en forma de remo, dirigido hacia adelante. Aparentemente se encuentran debajo de rocas grandes en ríos y quebradas poco alteradas, dentro de un amplio rango altitudinal (Posada, 2003).

Domínguez y Fernández (2009), señalan que las larvas presentan cabeza alargada, los tres segmentos torácicos son esclerotizados. Los adultos carecen de ocelos y presentan tubérculos pilosos.

#### **b.5 Familia Polycentropodidae**

Las larvas son constructoras de refugios fijos, forman amplias redes de hilos de seda en áreas de poca corriente o tubitos de seda debajo de rocas en ríos. Sus patrones de manchas en la cabeza las distinguen de casi todas demás larvas de tricópteros, son fácilmente distinguibles por su primer par de patas en forma de pinzas las larvas llegan a medir 25 mm. Las larvas se encuentran tanto en hábitats lénticos como lóticos, donde depredan sobre otros invertebrados. La familia Polycentropodidae es muy diversa y está presente en todas las regiones biogeográficas del mundo (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), indican que las larvas poseen cabeza alargada pronoto esclerotizado, cuerpo en forma de coma y sin branquias. Los adultos sin ocelos son

comunes en arroyos y ríos relativamente lentos, claros o en los rápidos entre la vegetación de las orillas o remansos.

#### **b.6 Familia Xiphocentronidae**

Las larvas se caracterizan por tener la tibia y el tarso fusionados (“patas cortas”), el labio proyectándose hacia adelante y por poseer un lóbulo curvado que se extiende hacia adelante desde el mesonoto aunque existen descripciones de larvas para algunas especies. Las larvas viven a menudo en forma “semi-acuática” sobre el nivel de agua, encima de rocas y piedras (zona higropétrica), donde forman largos y flexibles tubitos de granitos finos de arena o materia orgánica fina. La familia Xiphocentronidae es pan-tropical en su distribución (Muñoz *et al.*, 1997).

#### **c. Sub orden Integripalpia**

##### **c.1 Familia Lepidostomatidae**

Las larvas forman estuches de materia orgánica o de granitos de arena, a veces mezclando ambos materiales, por la forma de su estuche se pueden confundir, presencia del cuerno prosternal, las branquias en el abdomen y la ubicación de la antena. Las larvas se encuentran sobre todo en quebradas de áreas boscosas, a menudo en las pozas donde hay acumulaciones de hojarasca. Son más abundantes en zonas de altura hasta los 2 500 m de altitud. Esta familia está ampliamente distribuida y es muy diversa en el Viejo Mundo, sin embargo solo dos géneros existen en el Nuevo Mundo, con la mayoría de sus especies en Norteamérica. En Centroamérica se encuentra únicamente *Lepidostoma*, llegando a su límite sur de distribución en el noroeste de Panamá (Flint *et al.*, 1999).

##### **c.2 Familia Kokiriidae**

Trichopteros de tamaño medio que habitan sustratos arenosos en ríos y lagos. Las larvas construyen una casa tubular de granos de arena, algo depresiva dorsoventralmente con (fleclos laterales). La cabeza larval con forma de cúpula. El primer y segundo par de patas presentan la tibia y el tarso fusionados. Esclerotización torácica débil. Primer segmento abdominal sin una ampolla dorsal pero con notorios ampollas laterales. Branquias abdominales presentes y ramificadas. Fleclos laterales presentes. Uña anal con varios ganchos (Muñoz *et al.*, 1997).

Domínguez y Fernández (2009), mencionan que se caracterizan por tener el primer y segundo par de patas raptoras, capullo construido con material vegetal y mineral con forma de lapa, adultos sin ocelos con palpos maxilares de tres artejos en los machos y cinco en la hembra, piezas bucales alargadas, familia exclusiva de Australia.

### **c.3 Familia Limnephilidae**

Esta familia es muy diversa en las zonas templadas. Las larvas forman estuches tubulares de una gran variedad de materiales, mezclando piedritas y materia orgánica, alcanzando hasta 25 mm. Para distinguir las larvas de otras familias similares, hay que observar características como la ubicación de las antenas, la presencia del cuerno posternal y las branquias abdominales. Los Limnephilidae se encuentran en charcos, lagunas y ríos de zonas altas, generalmente por encima de los 2000 m (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), refieren que las larvas se reconocen por una prolongación fuertemente arqueada en el esterno del protórax denominada cuerno prosternal. Adultos de tamaño mediano a grande con ocelos, es una familia típicamente de cordillera.

### **c.4 Familia Tasimiidae**

Larvas de pequeño a mediano tamaño. Cabeza larval presenta antenas en dirección media entre los ojos y el margen lateral. Los ángulos anterolaterales del pronoto son prolongados y esclerotizados. Los escleritos del mesonoto no están subdivididos. El primer segmento abdominal lleva en el medio un par de cerdas. Branquias abdominales presentes como filamentos únicos. Fleclos laterales presentes. Esclerito dorsal presente sobre el 9 segmento. Las larvas construyen una casa tubular de pequeñas piedras pero con grandes pedazos en los bordes de la casa (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), indican que las larvas presentan los ángulos antero laterales del pronoto prolongados cubierto por espículas o liso, mesonoto grande metanoto con un par de escleritos pequeños. Adultos sin ocelos, con tubérculos pilosos en la parte anterior de la cabeza entre los ojos y debajo de las antenas, ojos con pelos, venación reducida.

### **c.5 Familia Odontoceridae**

De esta familia no muy diversa, con pocas especies. Las larvas forman estuches de granitos de arena, que se podrían confundir con algunas especies. Las larvas son omnívoras y viven en quebradas, en áreas de la orilla con corriente lenta o en pozas; algunas se entierran en el fondo arenoso y unas pocas están asociadas con cascadas y cataratas. A pesar de su poca diversidad, está ampliamente distribuida a nivel mundial registrada desde México hasta Panamá y en el Caribe, aunque es más diversa en América del Sur (Flint *et al.*, 1999).

Según Domínguez y Fernández (2009), refieren que son cosmopolitas, se caracterizan por tener el mesonoto dividido en tres pares de escleritos, construyen capullos arqueados cilíndrico - cónicos de tamaño homogéneo dispuestos en forma muy regular detritívoras y predatoras. Adultos alargados, sin ocelos, de antenas más largas, los ojos compuestos son grandes en varias especies, los ojos de los machos son holópticos, alas angostas especialmente las anteriores.

### **c.6 Familia Atriplectididae**

Inicialmente descrita dentro de la familia Leptoceridae. Las larvas son angostas y alargadas con una longitud de 12 mm totalmente contraídas y 20 mm totalmente extendidas adicionalmente, pueden ser fácilmente diferenciadas de las demás familias por presentar la parte anterior del tórax angosta, elongada y retráctil, con coloración marrón oscura en la parte dorso ventral. Mesotórax complejo, con una parte anterior membranosa que presenta dos pares de escleritos, capaces de retraerse en la parte posterior del mesotórax por invaginación, la posterior es larga, cubierta por escleritos con pigmentación oscura. Metanoto con dos pares de escleritos dorsales anteriores elongados. Patas medias más grandes que las anteriores y con fémur robusto. Antenas largas, ojos pequeños y labro simple. Se encuentran generalmente en sedimentos o fondos arenosos de pequeños arroyos y lagos (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), refieren que presentan protórax largo con tres pares de escleritos dorsales, las larvas están especializadas en alimentarse de pequeños artrópodos, perforan un hoyo en la cutícula y los come desde adentro introduciendo la cabeza y la parte anterior de su tórax. Adulto sin ocelos, palpos maxilares de cinco artejos en ambos sexos

### **c.7 Familia Philorheithridae**

Tibia y tarso fusionado en la pata media. Trichopteros de moderado tamaño. La cabeza es oval a elongada con antenas cerca del margen anterior. El pro y el mesonoto están completamente esclerotizados. El metanoto presenta de 2 a 3 pares de escleritos. El primer segmento abdominal con una ampolla lateral y dorsal. Branquias presentes y ramificadas. Fleclos laterales presentes, el 8 segmento presenta una columna de espículas bífidas. Esclerito dorsal sobre el 9 segmento. Uña anal con un solo gancho de accesorios. Larvas depredadoras con patas semirraptoras. Construyen poderosas casas tubulares de gruesos granos de arena (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), señalan que no hay especies americanas descritas, larvas predatoras con patas anteriores raptoras, tibia y tarso fusionados en las patas medias. Adultos sin ocelos, un par de glándulas o pilíferos en la frente del macho con lóbulo redondeado, esclerotizado en el margen anal del ala anterior.

### **c.8 Familia Calamoceratidae**

Esta familia es cosmopolita. Las larvas son fácilmente distinguibles de cualquier otro tricóptero por sus estuches hechos de pedacitos de hojas, aplanados dorso-ventralmente. Las larvas también construyen estuches tubulares de arena, aunque algunas especies la combinan también con material orgánico, una característica típica de las larvas de esta familia son las esquinas anterior laterales puntiagudas y alargadas hacia adelante. Las larvas de Calamoceratidae llegan a medir de 19 a 25 mm y se encuentran en una gran variedad de hábitats, tanto lóticos, como lénticos; una especie incluso se ha registrado en las aguas acumuladas en tanques de bromelias; se alimentan de hojarasca en descomposición y pueden llegar a ser bastante abundantes localmente, especialmente en las pozas de las orillas de ríos y quebradas en áreas boscosas (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), mencionan que los adultos miden 10 mm, son de colores oscuros uniformes o con bandas de pelos largos, carecen de ocelos, tienen antenas más largas que las alas anteriores. Alas triangulares anchas y redondeadas en el ápice.

### **c.9 Familia Leptoceridae**

Algunas especies de esta familia presentan los tricópteros adultos con coloraciones más llamativas y a veces escamas plateadas o doradas. Las larvas de Leptoceridae se distinguen de todas las demás familias portadoras de casitas en forma de cono de materiales variables y se encuentra en una amplia variedad de hábitats. También viven dentro de palitos huecos, por lo que se confunden fácilmente con el sustrato. Las larvas de Leptoceridae pueden llegar a alcanzar entre 7 a 15 mm de longitud y viven en una gran variedad de hábitats tanto lénticos como lóticos, donde se alimentan sobre todo de materia orgánica, aunque muchas son omnívoras. También hay especies que son raspadoras de algas o depredadoras. La familia es de distribución cosmopolita y cuenta con 12 géneros en el Neotrópico, con más de 150 especies (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), mencionan que las larvas presentan antenas evidentes en algunas familias, son pequeñas que se confunden con pelos, tienen patas largas especialmente las posteriores, abdomen con branquias simples. Los adultos tienen las antenas más largas que el cuerpo llevadas hacia adelante en reposo, cuerpo delgado, alas delgadas adosadas al abdomen.

### **c.10 Familia Sericostomatidae**

Las larvas de esta familia presentan hileras de espinas sobre el borde o el área anterior del pronoto. Miden sobre 19 mm. En el primer segmento torácico carece de una ampolla media ventral (Fernández *et al.*, 2001). Al respecto Domínguez y Fernández (2009), señalan que las larvas construyen capullos tubulares de seda con o sin inclusión de granos de arena. Los adultos carecen de ocelos, antenas tan largas como las alas anteriores.

### **c.11 Familia Anomalopsychidae**

Estas larvas poseen una carina particular en la cabeza y pronoto y las esquinas antero laterales del pronoto están dirigidas hacia adelante como grandes lóbulos. La uña anal es larga y recta y posee muchos dientes accesorios dorsales. El estuche larval está construido de granos de arena y es ligeramente curvado y ahusado. Basados en las especies conocidas, las larvas probablemente son encontradas sobre rocas húmedas en la zona de remojo de pequeños riachuelos y cascadas, donde raspan algas y detritus de la superficie de las piedras (Fernández *et al.*, 2001).

Domínguez y Fernández (2009), refieren que el meso y metanoto son esclerotizados. Adultos con tres ocelos, palpos maxilares con cuatro artejos en los machos y cinco en las hembras.

### **c.12 Familia Helicopsychidae**

Los Helicopsychidae son fácilmente reconocibles por su casita en forma de caracol (Monson *et al.* 1988). Las larvas viven en ríos y quebradas sobre todo encima de piedras y rocas, donde raspan algas de la superficie. Son comunes en áreas de corriente moderada en ríos de altitudes bajas a medianas. Algunas especies pueden tolerar considerables niveles de contaminación orgánica y temperaturas altas de agua (Flint *et al.*, 1999).

Domínguez y Fernández (2009), señalan que el pronoto y mesonoto son desarrollados, la uña anal de la pseudopata está transformada en un peine, los machos adultos tienen palpos maxilares de dos a tres artejos.

### **c.13 Familia Helicophidae**

Antena minuciosa, pueden colocarse cerca del ojo y el margen anterior de la cabeza o cerca, apotoma ventral triangular a menudo sin pigmentación en la mitad posterior, genas colindantes en el margen occipital pronoto fuertemente esclerotizado, sin grandes proyecciones agudas en los márgenes antero laterales mesonotum completamente pero débilmente esclerotizado, branquias abdominales ausentes longitud de 6 - 14 mm, casas construidas de materias variables: arena, material vegetal o secreción de materiales mezclados. Estas larvas se encuentran en áreas litorales de arroyos con flujo lento, en troncos, paquetes de hojas y raíces de plantas. Generalmente son detritívoros que comen hojas, maderas y pequeñas cantidades de algas, construyen cajas de tubos ligeramente curvados enteramente de seda o de granos de arena o pedazos de plantas. Todo el ciclo de vida puede durar de 1 a 3 años (Holzenthal *et al.*, 2007).

Domínguez y Fernández (2009), mencionan que las larvas presentan cabeza circular en vista dorsal y el área posteroventral pálida con áreas no esclerotizadas, pronoto muy peludo. Adultos pequeños, sin ocelos, palpo maxilar de cinco artejos en ambos sexos, venación reducida y mecanismos de acoplamiento alar, familia con representantes en Australia.



#### **2.2.4 Importancia**

Es uno de los órdenes acuáticos más importantes de la clase insecta, y sus especies son componentes bioecológicos vitales, por su abundancia, diversidad, distribución, y su papel en las cadenas tróficas de los ecosistemas dulceacuícolas neotropicales. Las larvas constituyen un elemento muy importante en la fauna de agua dulce, especialmente en los ríos. Estas son presas para una variedad de organismos acuáticos y terrestres, incluyendo peces, ranas, aves, murciélagos y arañas, participan básicamente de todos los procesos ecológicos. Hay especies raspadoras que consumen algas y participan en el control de la productividad primaria. Los fragmentadores de hojarasca juegan un papel importante haciendo este material disponible a otros consumidores, mientras que los filtradores agrupan partículas finas y producen otras más grandes que pueden ser consumidas por recolectores (Margalef, 1983).

Debido a su gran diversidad y el hecho que las larvas poseen distintos rangos de tolerancia, según la familia o el género al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de la calidad de agua y la salud del ecosistema. La gran mayoría de las especies son sensibles a la contaminación del agua y a la alteración de su hábitat, incluyendo las zonas de las riberas. Por lo tanto, es uno de los tres órdenes incluidos en el índice "EPT" (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), que son considerados como los de mayor sensibilidad (en la mayoría de sus especies), entre todos los macro invertebrados acuáticos (Wiggins, 2004).

Los tricópteros constituyen una fauna fundamental en las cadenas tróficas de los ecosistemas acuáticos; además pueden ser utilizados como organismos indicadores de la calidad del agua y como parámetro de análisis de otros aspectos ecológicos como caracterización a nivel de comunidades e individuos, tanto desde el punto de vista estructural como funcional (Reinoso, 1999).

Este grupo tiene una gran importancia en ríos, arroyos y quebradas, dado su papel en cadenas tróficas tanto por la abundancia de algunas especies, que son fuente de alimento para peces y otros insectos, como por la variedad de nichos que ocupan las larvas (Angrisano, 1995).

Aprovechando su hábito de construir estuches y casas, se han utilizado las larvas de varias especies para la producción de piezas de joyería fina. Se colocan las larvas en

peceras con piedras preciosas u otro material selecto, el cual es utilizado por las larvas para la construcción de su capullo pupal; una vez que la pupa emerge, se recogen las casitas vacías y se elaboran collares, aretes o brazaletes con ellos. En Norteamérica hay por lo menos dos compañías que venden joyería con casitas hechas por tricópteros (Angrisano, 2001).

### **3. La Cuenca El Ronquillo**

Chuquiruna y Cotrina (2008) en su documento “Diagnóstico Socioecológico: La Jalca de la Microcuenca El Ronquillo” refieren lo siguiente:

Una cuenca constituye un sistema interdependiente donde lo que se hace mal o bien en la parte superior influye forzosamente en la parte inferior de la misma. Si en la parte superior se destruye la vegetación y se erosionan los suelos, las aguas de la zona inferior estarán sucias y con crecidas desastrosas. Si en la parte superior se vierten los relaves mineros, las aguas de la parte baja estarán contaminadas con sedimentos y elementos tóxicos para los seres vivos. La cuenca es un factor que se debe tener en cuenta en la planificación del desarrollo integral de una región, especialmente en los aspectos referentes al uso del agua y, en general, a la explotación racional de los recursos naturales. El equilibrio ecológico regional está íntimamente ligado a la estabilidad de las cuencas. El deterioro de las cuencas hidrográficas se ha convertido en uno de los problemas ambientales sociales y económicos más importantes del mundo y de nuestro país, especialmente en la Costa, en la Sierra y en la Selva.

Las aguas de la Jalca de la cuenca El Ronquillo drenan a un cauce común denominado en la parte alta, río Manzanas y en su parte intermedia al río Chamis. A la altura de éste último las aguas se unen con aquellas provenientes de Cushunga formando el río San Lucas. El río San Lucas atraviesa la ciudad de Cajamarca, tributa al río Mashcón el cual es afluente del río Cajamarquino, el cual vierte sus aguas al río Crisnejas uno de los afluentes principales del río Marañón, el cual a su vez desemboca en el río Amazonas. Los suelos que predominan son los de clase VIII, VII, VI que representan 80 % del área. En consecuencia existen muchas restricciones para la ejecución de una agricultura intensiva y para un manejo adecuado, siendo la mayor extensión ocupada por tierras marginales para propósitos agropecuarios que corresponden a la clase VIII. Practicándose la agricultura de ritmo estacional determinada por la presencia o ausencia de lluvias siendo sus principales productos (papa, chocho, haba y pastos) practicándose la asociación y rotación de cultivos. Se puede decir que la mayor área de la zona se

encuentra con escasa vegetación o casi nula. De todos los hábitats presentes como lagunas, pantanos, lomas y planicies está siendo amenazada su permanencia por el excesivo uso que se hace a sus aguas para consumo directo y regadío. Las especies que habitan en la jalca tienen una elevada adaptación para soportar las bajas temperaturas y el efecto de acumulación del granizo o escarcha de las primeras horas de la mañana, los fuertes vientos del atardecer y la alta radiación del medio día. Son especies características y endémicas de las jalcas.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación fue realizada en la cuenca El Ronquillo, ubicada en la región Cajamarca ((78.56W-78.6W)/(7.19S-7.13S)) al oeste de la ciudad, con un área de 40,54 km<sup>2</sup> y con altitudes entre los 2735 hasta 4300 msnm.

La cuenca El ronquillo comprende los caseríos de Sexemayo lote II, Cushunga, Chamis Alto y Carhuaquero, delimita:

Al Norte con Porcón Alto y Porcón Bajo.

Al Sur con Magdalena.

Al Este con la ciudad de Cajamarca.

Al Oeste con Alto Chetilla y Jamcate.

Y presenta la siguiente ubicación hidrográfica:

Microcuenca: Río Ronquillo.

Subcuenca: Río San Lucas.

Cuenca: Río Cajamarquino.

#### 3.2 Materiales

##### 3.2.1 Material biológico

Insectos del Orden Trichoptera en sus diferentes estados de desarrollo.

##### 3.2.2 Material de campo

Cámara fotográfica.

Equipo de protección personal.

GPS.

Red D-Net.

Red surber.

Wincha de 50 metros.

### **3.2.3 Material y equipo de laboratorio**

Alcohol metílico al 70 %.

Bandejas de color blanco de 20 x 30 cm.

Computadora.

Estereoscopio.

Estereoscopio digital USB.

Etiquetas de colección.

Frascos de plástico con tapa hermética de ¼ de litro.

Lápiz.

Libreta de campo.

Mapas cartográficos.

Marcador permanente resistente al agua.

Maskingtape.

Táperes descartables de plástico de ¼ de litro.

Tijeras.

Viales de vidrio.

### **3.3 Metodología**

#### **3.3.1 Trabajo de campo**

La cuenca El Ronquillo fue dividida en tres zonas (alta, media y baja), en cada zona se muestreó 100 m de longitud, en ellas se tomaron 3 muestras al azar en 10 m de longitud, empezando desde la zona baja (aguas abajo) hacia la zona alta (aguas arriba) haciendo un total de nueve muestras por evaluación.

#### **a. Zonas de evaluación**

##### **a.1 Zona alta**

Localizada geográficamente en las coordenadas UTM WGS 17 M, 768752 m al este, 9207149 m al norte y a una altitud de 3042 msnm, según la capacidad de uso del suelo predominan las clases VI, VII, VIII, con pendientes empinadas a muy empinadas (40 % - 58 %), susceptibles a erosión o peligro de ser erosionado, en donde existe mucha restricción para la ejecución de una agricultura intensiva y para un adecuado uso de suelo.

## a.2 Zona media

Se encuentra localizada geográficamente en las coordenadas UTM WGS 17 M, 770882 m al este, 9209014 m al norte y a una altitud de 2912 msnm, según la capacidad de uso del suelo predominan las clases IV, V, VI, con pendientes empinadas (33 % - 42 %), susceptible a erosión severa, donde se puede instalar cultivos permanentes complementando con prácticas adecuadas de manejo de suelos.

## a.3 Zona baja

Se encuentra localizada geográficamente en las coordenadas UTM WGS 17M, 772058 m al este, 9208233 m al norte y a una altitud de 2840 msnm, según la capacidad de uso del suelo predominan las clases II, III, IV, con pendientes ligeramente inclinadas a moderadamente empinadas (6 % - 24 %), sin problemas de erosión, con algunas limitaciones para una agricultura intensiva, requiere prácticas de conservación de suelos.

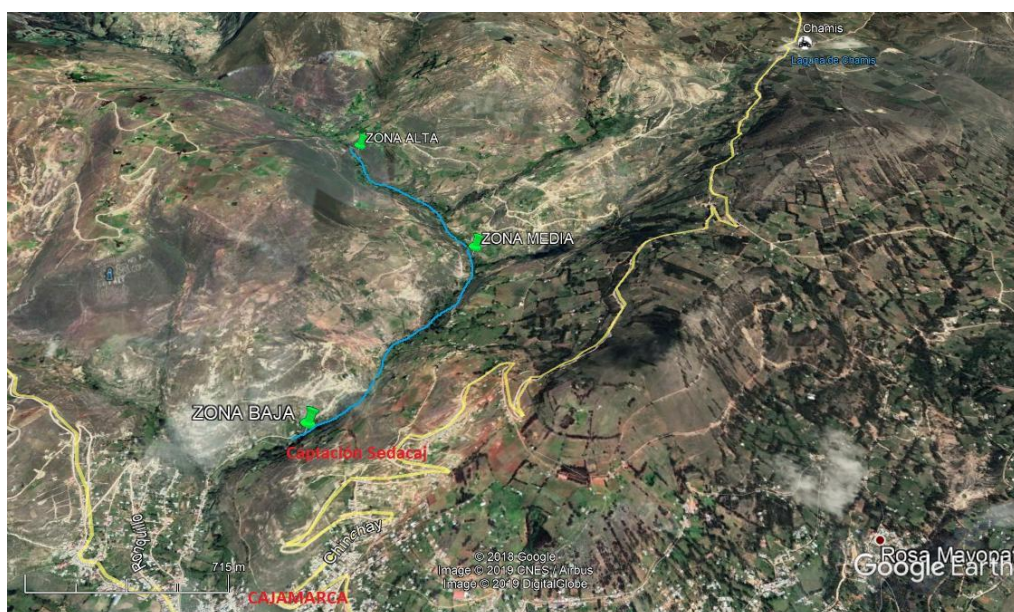


Figura 2. Zonas de evaluación en la Cuenca El Ronquillo

## b. Evaluación

Se realizaron evaluaciones quincenales en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril) y en época seca o de estiaje (junio a octubre), de los insectos acuáticos del Orden Trichoptera, colectando los diferentes estados de desarrollo, empleando los siguientes métodos:

## **b.1 Método cualitativo**

Este método fue utilizado con la finalidad de registrar la mayor cantidad de familias o taxa y caracterizar la biodiversidad, para esto, se utilizó la red tipo D-net.

### **b.1.1 Red tipo D-net**

Fue utilizada para hacer un barrido en una longitud de 10 m a lo largo de las orillas de la corriente, el material colectado fue vaciado a través de un colador sobre una bandeja de plástico de color blanco de 20 x 30 cm, con la finalidad de lavar el exceso de lodo o arena, para finalmente colocarla en un recipiente de plástico conteniendo alcohol al 70 % y luego ser analizado en el laboratorio.

## **b.2 Método cuantitativo**

Sirve para asociar los insectos acuáticos recolectados en un área determinada, se pueden recolectar muestras por área o por tiempo de muestreo, se caracteriza por minimizar variaciones debido al método y enfatizar cambios que resulten de variaciones en el ambiente, para esto, se utilizó la red surber.

### **b.2.1 Red surber**

Fue colocada sobre el fondo de la fuente de agua y en contra de la corriente, con las manos se removió el material del fondo, para coleccionar los insectos en la red. Esta operación fue realizada tres veces en cada zona de muestreo. El material colectado fue dispuesto sobre un colador o una bandeja blanca para lavar el exceso de lodo, arena y restos vegetales que pueda contener la muestra, posteriormente los insectos fueron colocados en un recipiente con alcohol al 70 % para ser analizados en el laboratorio.

## **3.3.2 Trabajo de laboratorio**

Los insectos colectados en la cuenca El Ronquillo, fueron llevados al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, con la finalidad de realizar su respectivo montaje y posterior identificación taxonómica, utilizando claves o llaves taxonómicas para insectos registrados en la región neotropical (Springer, 2006). Los insectos en óptimas condiciones, fueron preservados en viales de vidrio utilizando alcohol al 70 %, así mismo, los viales fueron rotulados y etiquetados consignando datos de localidad, cuenca, fecha, tipo de sustrato y colector.

### **3.3.3 Trabajo de gabinete**

La identificación taxonómica de los estados larvales del Orden Trichoptera se realizó empleando la clave taxonómica para larvas de las familias del Orden Trichoptera de Springer (2006), luego se procedió con la redacción del trabajo de investigación.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

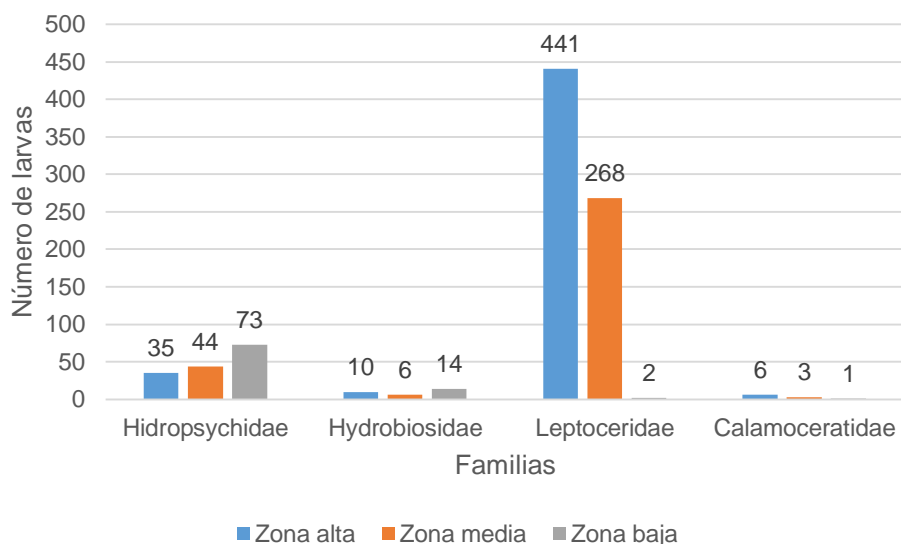
#### 4.1 Colecta de insectos

##### 4.1.1 Método cualitativo

##### a. Red tipo D-net

**Tabla 1.** Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red tipo D-net en época seca o de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo

Familia	Zona alta	Zona media	Zona baja
Hydropsychidae	35	44	73
Hydrobiosidae	10	6	14
Leptoceridae	441	268	2
Calamoceratidae	6	3	1



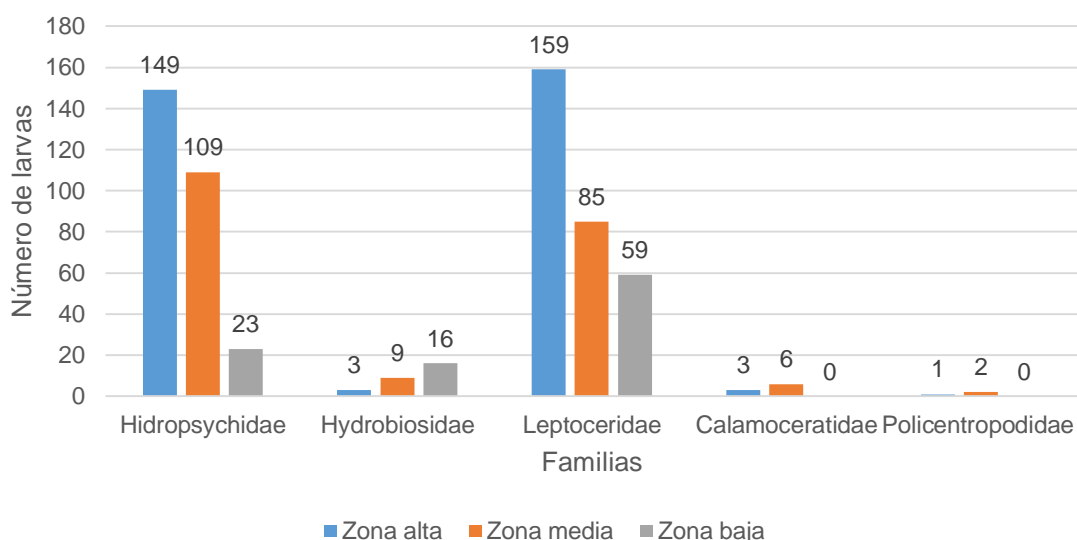
**Figura 3.** Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red tipo D-net en época seca o de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo

En la Tabla 1 y Figura 3, se observa que, las larvas de la Familia Hydropsychidae fueron colectadas en menor número (35 individuos) en la zona alta, en tanto, que en la zona baja se registró el mayor número (73 individuos). Así mismo, las larvas de la Familia

Hydrobiosidae, en menor número (6 individuos) fueron colectadas en la zona media y el mayor número (14 individuos) en la zona baja. Larvas de la Familia Leptoceridae fueron colectadas en menor número (2 individuos) en la zona baja, en tanto, que en la zona alta se registró el mayor número (441 individuos). Por último, larvas de la Familia Calamoceratidae, en menor número (1 individuo) fue colectado en la zona baja y el mayor número (6 individuos) en la zona alta.

**Tabla 2.** Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red tipo D-net en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo

Familia	Zona alta	Zona media	Zona baja
Hydropsychidae	149	109	23
Hydrobiosidae	3	9	16
Leptoceridae	159	85	59
Calamoceratidae	3	6	0
Policentropodidae	1	2	0



**Figura 4.** Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red tipo D-net en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo

En la Tabla 2 y Figura 4, se observa que, las larvas de la Familia Hydropsychidae fueron colectadas en menor número (23 individuos) en la zona baja, en tanto, que en la zona alta se registró el mayor número (149 individuos). Así mismo, las larvas de la Familia Hydrobiosidae, en menor número (3 individuos) fueron colectadas en la zona alta y el mayor número (16 individuos) en la zona baja. Larvas de la Familia Leptoceridae fueron

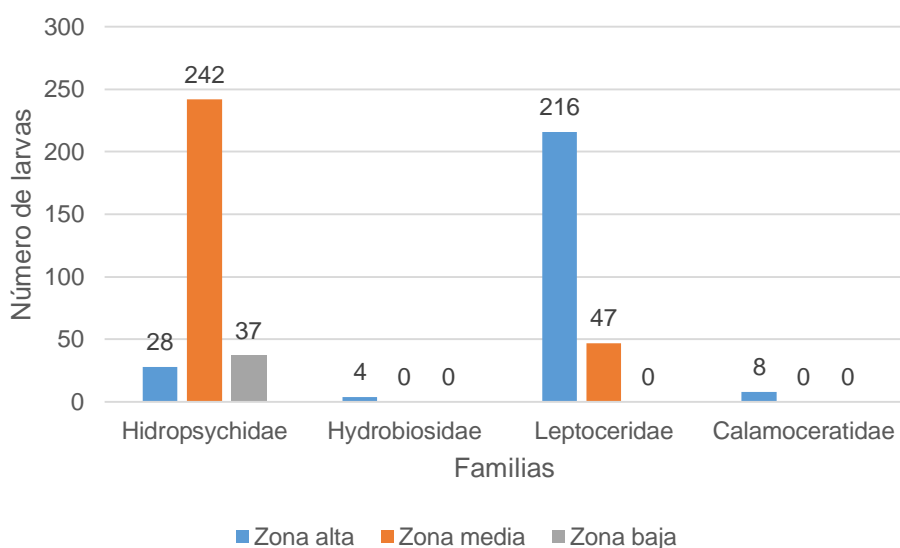
colectadas en menor número (59 individuos) en la zona baja, en tanto, que en la zona alta se registró el mayor número (159 individuos). De igual modo, larvas de la Familia Calamoceratidae, en menor número (0 individuos) fue colectado en la zona baja y el mayor número (6 individuos) en la zona media. Por último, larvas de la Familia Policrotopodidae fueron colectadas en menor número (0 individuos) en la zona baja, en tanto, que en la zona media se registró el mayor número (2 individuos).

## 2 Método cuantitativo

### a. Red surber

**Tabla 3.** Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época seca o de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo

Familia	Zona alta	Zona media	Zona baja
Hydropsychidae	28	242	37
Hydrobiosidae	4	0	0
Leptoceridae	216	47	0
Calamoceratidae	8	0	0

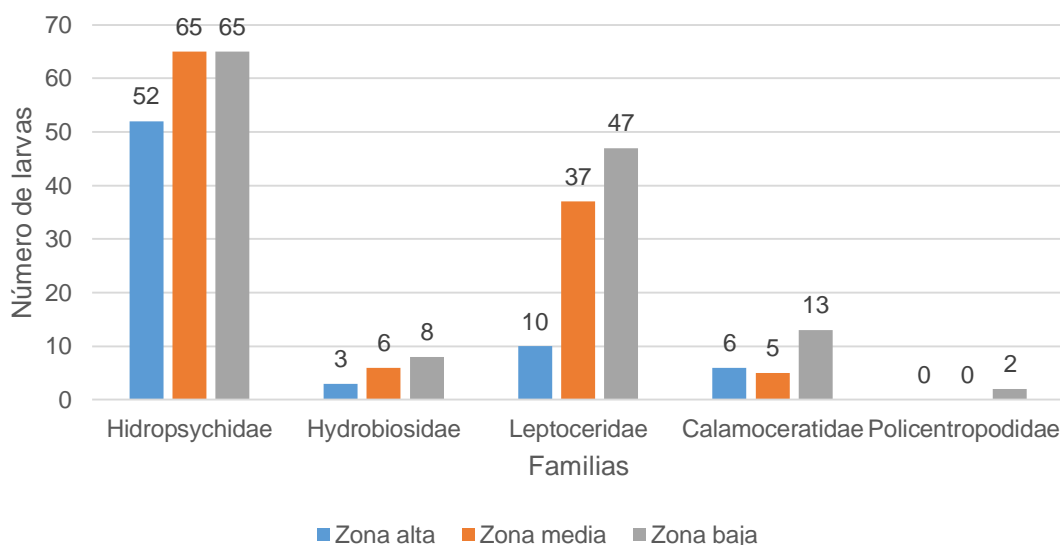


**Figura 5.** Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época seca o de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo

En la Tabla 3 y Figura 5, se observa que, las larvas de la Familia Hydropsychidae fueron colectadas en menor número (28 individuos) en la zona alta, en tanto, que en la zona media se registró el mayor número (242 individuos). Así mismo, las larvas de la Familia Hydrobiosidae, en menor número (0 individuos) fueron colectadas en la zona media y baja; y el mayor número (4 individuos) en la zona alta. Larvas de la Familia Leptoceridae fueron colectadas en menor número (0 individuos) en la zona baja, en tanto, que en la zona alta se registró el mayor número (216 individuos). De igual modo, larvas de la Familia Calamoceratidae, en menor número (0 individuos) fueron colectadas en la zona media y baja; y el mayor número (8 individuos) en la zona alta.

**Tabla 4.** Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época húmeda o de lluvia en la Cuenca El Ronquillo

Familia	Zona alta	Zona media	Zona baja
Hydropsychidae	52	65	65
Hydrobiosidae	3	6	8
Leptoceridae	10	37	47
Calamoceratidae	6	5	13
Policentropodidae	0	0	2



**Figura 6.** Larvas del Orden Trichoptera colectadas con red surber en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo

En la Tabla 4 y Figura 6, se observa que, las larvas de la Familia Hydropsychidae fueron colectadas en menor número (52 individuos) en la zona alta, en tanto, que en la zona media y baja se registró el mayor número (65 individuos). Así mismo, las larvas de la Familia Hydrobiosidae, en menor número (3 individuos) fueron colectadas en la zona alta y el mayor número (8 individuos) en la zona baja. Larvas de la Familia Leptoceridae fueron colectadas en menor número (10 individuos) en la zona alta, en tanto, que en la zona baja se registró el mayor número (47 individuos). De igual modo, larvas de la Familia Calamoceratidae, en menor número (5 individuos) fueron colectadas en la zona media y el mayor número (13 individuos) en la zona alta. Por último, larvas de la Familia Policentropodidae fueron colectadas en menor número (0 individuos) en la zona alta y media, en tanto, que en la zona baja se registró el mayor número (2 individuos).

## **4.2 Identificación taxonómica**

### **4.2.1 Suborden Spicipalpia**

#### **a. Familia Hydrobiosidae**

##### **a.1 Ecología**

Los estados larvales campodeiformes son de vida libre, no presentan estuche y fueron encontrados principalmente en la zona alta de evaluación, cuyas aguas son limpias, claras y frías, se ubican por debajo de piedras circundadas por vegetación. Se encuentran distribuidos en todo el recorrido de la cuenca, en mayor grado durante la época de lluvia y en la zona baja, debido al desplazamiento generado desde la zona alta, por efecto de la corriente de agua. En época seca o de estiaje se encuentran restringidos a charcos de agua. Springer (2006) señala que se alimentan de otros organismos acuáticos ayudándose de las modificaciones morfológicas de sus patas anteriores (tibia y tarso) en forma de pinzas, ocurriendo en zonas de corriente en ríos y quebradas con aguas bien oxigenadas. La pupa se forma dentro de un capullo de seda de color oscuro, en un refugio de piedritas pegados al sustrato. Así mismo, Flint (1979) menciona que la mayoría de las larvas son depredadoras activas, conocidas principalmente como de aguas frías, generalmente miden entre 11 - 18 mm cuando maduran, pudiendo alcanzar tamaños mayores.

## **a.2 Morfología**

### **a.2.1 Cabeza**

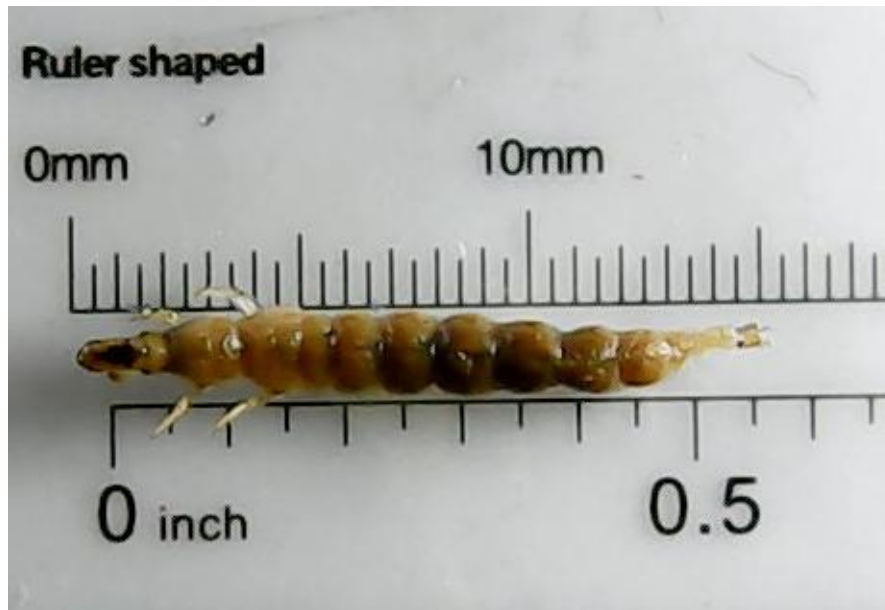
Es alargada del tipo prognata y de consistencia esclerotizada, dorsalmente presenta un patrón de coloración característico, los ojos compuestos son de tamaño pequeño, de color negro y se encuentran ubicados antero lateralmente sobre la cabeza, las piezas bucales están insertadas en la parte anterior, posee mandíbulas bien desarrolladas, las antenas son pequeñas y difíciles de observar. Springer (2006) señala que la cabeza está dirigida hacia adelante y presenta un patrón de manchas a menudo característico de cada especie.

### **a.2.2 Tórax**

El pronotum es de consistencia esclerotizada con manchas de color marrón claro en las prolongaciones antero laterales y desde la parte media hasta el final del mismo. El mesotórax y el metatórax son de consistencia membranosa, cuyas partes dorsales presentan un patrón de coloración marrón claro, ambos segmentos son similares en tamaño y más grandes que el protórax. Las patas anteriores tienen forma de pinzas, son más pequeñas que las patas medias y posteriores, las cuales son de similar tamaño. Springer (2006) señala que presentan la tibia, el tarso y uña del primer par de patas modificadas para agarrar sus presas. Únicamente el primer segmento del tórax es esclerotizado.

### **a.2.3 Abdomen**

Es membranoso, su parte dorsal es de color marrón, no presenta branquias, los segmentos abdominales anteriores y posteriores son de menor tamaño, en comparación a los segmentos de la parte central, el último segmento abdominal se encuentra provisto de una uña anal bien desarrollada a manera de gancho y cubierta de setas. Springer (2006) señala que presenta en el IX segmento abdominal un pequeño esclerito. El abdomen no presenta branquias son de coloración grisácea y a veces de color azul verdusco de tamaño intermedio. Flint (1979) refiere que el abdomen usualmente presenta profundas constricciones entre los segmentos (vistos desde arriba).



**Figura 7.** Vista dorsal del estado larval de la Familia Hydrobiosidae

## **b. Familia Polycentropodidae**

### **b.1 Ecología**

Las larvas campodeiformes son de vida libre, carecen de estuche, estuvieron presentes en poca densidad durante la época húmeda, fueron ubicados entre las rocas y el sustrato, en las zonas alta y media de evaluación. Springer (2006) señala que las larvas son predadoras y algunas filtradoras. Frecuentan ambientes lóticos y lénticos sobre todo en pozas de ríos o áreas de corriente lenta en donde instalan redes de seda debajo de las rocas.

### **b.2 Morfología**

#### **b.2.1 Cabeza**

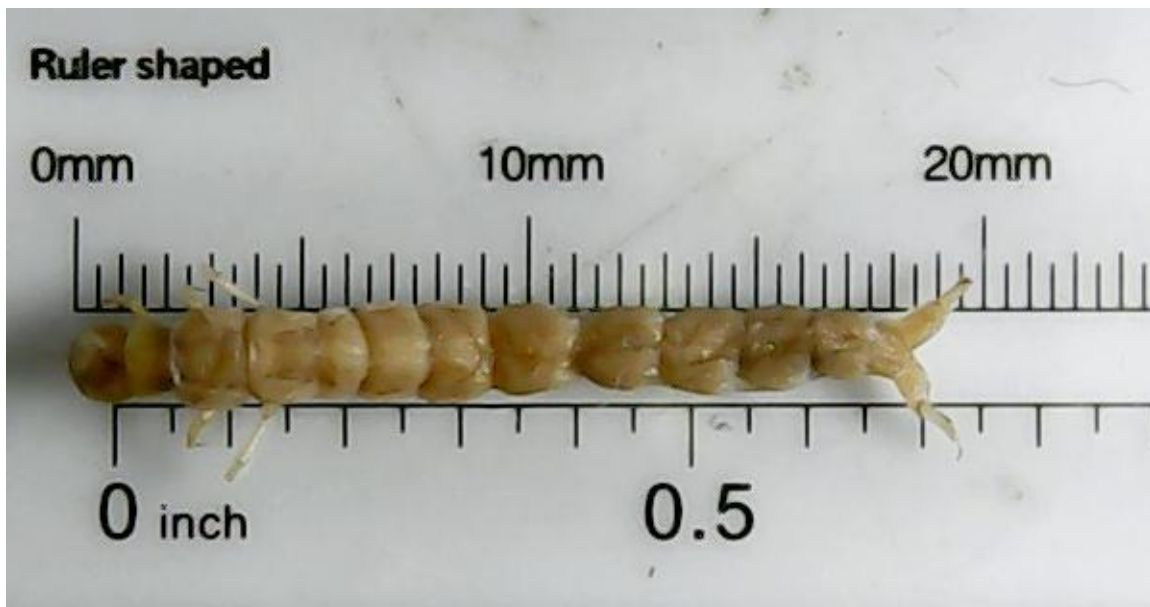
Es de forma aplanada y más o menos alargada, en su parte anterior se encuentran ubicadas las piezas bucales, los ojos son de tamaño pequeño, dispuestos a ambos lados cerca a la inserción de las piezas bucales, las antenas son de tamaño pequeño, difíciles de observar a simple vista. Dorsalmente, en la parte media presenta manchas ovaladas que en conjunto aparentan ser una letra U, por detrás de la misma, manchas de forma similar aparentan ser una letra Y, de igual modo, las manchas también ocupan la parte postero lateral de la cabeza.

### b.2.2 Tórax

El pronotum es de consistencia esclerotizado, presenta al igual que en la cabeza, manchas ovaladas de color marrón. El mesotórax y metatórax son de consistencia membranosa, ambos segmentos son de similar tamaño y más grandes que el protórax. Las patas anteriores son fácilmente distinguibles por tener los apéndices terminales en forma de pinza. Springer (2006) señala que el trocántin de las patas anteriores puntiagudas en forma de quela. Flint (1979) menciona que el pronoto es esclerotizado y con constricción antes del extremo posterior, meso y metanoto membranoso o con placas parcialmente esclerotizadas.

### b.2.3 Abdomen

Es membranoso, no presenta branquias, en el último segmento abdominal se encuentra provisto de una uña anal bien desarrollada a manera de gancho y cubierta de setas. Springer (2006) señala que no presenta esclerito en el IX segmento abdominal. Diferenciándose así de la familia Hydrobiosidae. Las larvas se parecen un poco a las de la familia Philopotamidae e Hydrobiosidae pero son frecuentemente de mayor tamaño.



**Figura 8.** Vista dorsal del estado larval de la Familia Hydrobiosidae



## **c. Familia Hydropsychidae**

### **c.1 Larva**

#### **c.1.1 Ecología**

Los estados larvales campodeiformes son de color verde, cuerpo frecuentemente arqueado en forma de semicírculo, construyen refugios fijos sobre rocas formados de piedras, cuando abandonan sus refugios se trasladan sobre las rocas juntando las patas anales con las patas torácicas, nadan de un lado a otro utilizando las patas anales haciendo un movimiento de izquierda a derecha, fueron encontrados en todas las zonas de evaluación. Springer (2006) señala que las larvas habitan principalmente en ambientes lóticos, desde ríos grandes a pequeños riachuelos donde construyen refugios ubicados en los intersticios entre piedras con redes para filtrar el agua y capturar partículas de detritus (materia orgánica en suspensión) para alimentarse. Las larvas se encuentran principalmente en zonas de corrientes moderadas a fuerte. Cuando son molestadas, típicamente muestran una conducta de rápida retirada dentro de sus refugios como redes de seda, moviendo ágilmente su abdomen y sus propatas anales. Flint (1979) menciona que es una de las familias dominantes en aguas corrientes tanto por su número como por su diversidad.

#### **c.1.2 Morfología**

##### **a. Cabeza**

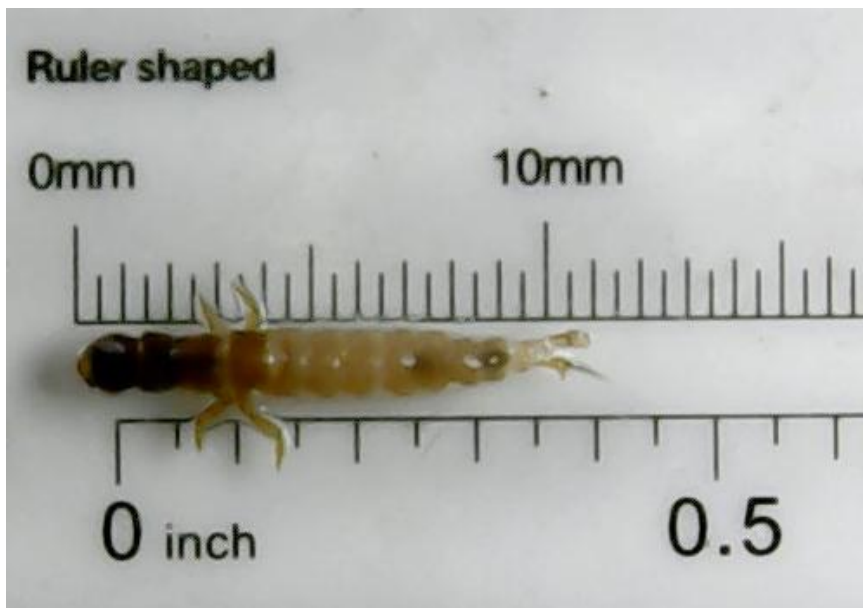
Es de forma plana, en cuya parte postero central presenta una sutura en forma de Y, las piezas bucales se ubican en su parte anterior, los ojos son de tamaño pequeño ubicados a ambos lados cerca de la inserción de las piezas bucales, las antenas son diminutas, no observables a simple vista.

##### **b. Tórax**

Presenta el pro, meso y metanotum de consistencia esclerotizada divididos por una fina sutura membranosa, posee tres pares de patas de forma similar con presencia de setas.

### c. Abdomen

Es membranoso, generalmente de color verde, presenta branquias ventrales ramificadas a lo largo del abdomen, el último segmento abdominal se encuentra provisto de una uña anal bien desarrollada a manera de gancho, acompañada de setas. Springer (2006) señala que algunas especies se caracterizan por que tienen un notable cepillo o brocha de pelos en dicha propata anal. El cuerpo de estas larvas por lo general es fuertemente curvado y en forma de C. Pudiendo llegar a medir en su madurez de 10 a 16 mm de largo.



**Figura 9.** Vista dorsal del estado larval de la Familia Hydropsychidae

### c.2 Adulto

#### c.2.1 Ecología

Son terrestres, tienen aspecto de pequeñas polillas de color pajizo, son activos principalmente en horas de la mañana, se encuentran sobre la vegetación o formando enjambres que sobrevuelan las fuentes de agua bien oxigenada, algunos son tolerantes a ciertos niveles de contaminación doméstica causada por poblaciones aledañas.

### c.2.2 Morfología

#### a. Cabeza

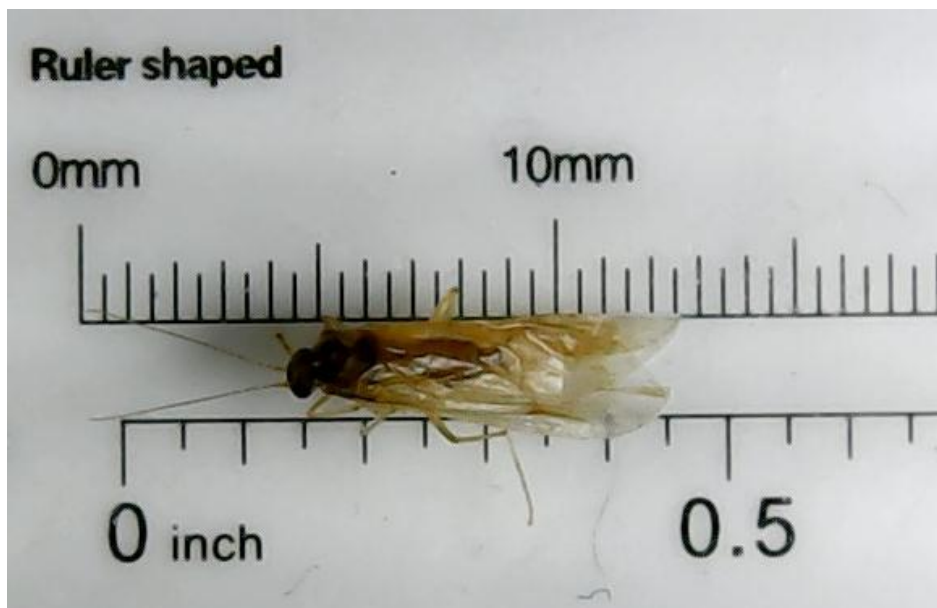
Es esclerotizada de color marrón claro, de forma elíptica, ojos compuestos de color negro y grandes, ubicados en la parte lateral a ambos lados de la cabeza, antenas filiformes ubicadas en la parte anterior, ocelos ausentes, piezas bucales de tipo lamedor.

#### b. Tórax

Presenta tres segmentos bien desarrollados, el pro, meso y metanotum son de consistencia esclerotizada, de color marrón, posee tres pares de patas largas y desarrolladas con presencia de setas. Presentan dos pares de alas transparentes, cubiertas de pelos, cuando están en reposo se posan sobre el cuerpo en forma de un techo a dos aguas.

#### c. Abdomen

Es membranoso y posee diez segmentos, los últimos segmentos abdominales están modificados y constituyen las genitales externas (el IX y X en machos, VIII, IX y X en hembras).



**Figura 10.** Vista dorsal del estado adulto de la Familia Hydropsychidae

#### d. Familia Leptoceridae

##### d.1 Ecología

Las larvas campodeiformes son de color anaranjado, construyen refugios móviles de forma cónica y alargada, a partir de pedazos de vegetación, que se encuentran dentro y fuera del ambiente acuático, fueron observados posados sobre rocas, caminando y moviendo sus patas torácicas, en las tres zonas de evaluación, pero en mayor densidad poblacional en la zona alta, la que se caracteriza por la corriente lenta y presencia de charcos. Springer (2006) señala que se encuentran en diversos ambientes de tipo lótico y léntico con hábitos alimenticios diversos desde detritívoros o herbívoros y hasta depredadores, pueden tolerar aguas con altas temperaturas y se encuentran en zonas de rocas cubiertas por musgos. Algunos viven en palitos huecos por lo que se confunden fácilmente con el sustrato. Flint (1979) indica que las larvas de esta familia miden generalmente entre 7 - 15 mm cuando maduran. El hábitat de esta familia incluye pozos, orillas de lagos y generalmente sectores con bajas velocidad de corriente.



**Figura 11.** Estados larvales en el interior de sus estuches

## **d.2 Morfología**

### **d.2.1 Cabeza**

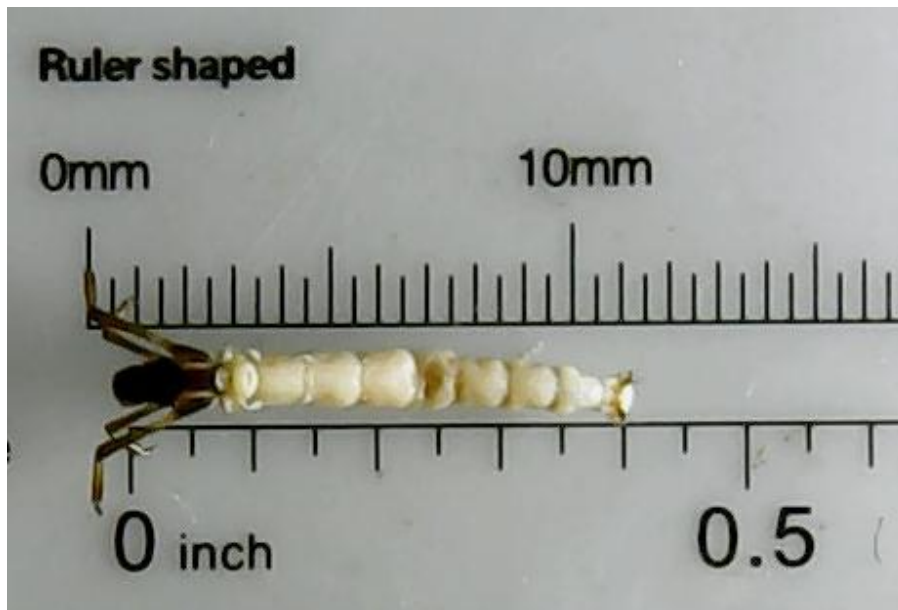
Es de forma alargada y de consistencia esclerotizada, de coloración café oscuro, los ojos son de color negro, de tamaño pequeño y se ubican dorsocentralmente a ambos lados, las piezas bucales son esclerotizadas y se insertan en su parte anterior, las antenas son pequeñas lo que dificulta su observación a simple vista. Flint (1979) menciona que la cabeza raramente tiene antenas cortas (en otras familias las antenas son tan cortas que se confunden con pelos).

### **d.2.2 Tórax**

Presenta el pro y mesonotum totalmente esclerotizados, mientras que en el metanotum se distinguen placas esclerotizadas, los segmentos torácicos están divididos por suturas, las patas anteriores se proyectan hacia adelante y son de menor tamaño que las patas medias y posteriores, en las patas posteriores se observa una uña en forma de pinza, provista de pelos o setas, las cuales son utilizadas para caminar o nadar. Springer (2006) menciona que los estados larvales carecen de cuerno proesternal. Flint (1979) indica que presentan patas muy largas especialmente las posteriores, fémures divididos, tibia y/o tarso a veces divididos, las uñas de las patas posteriores nunca presentan forma de filamento.

### **d.2.3 Abdomen**

Es completamente membranoso con segmentación notoria de color anaranjado o blanco no presenta pelos o setas, en el primer segmento abdominal presenta una protuberancia a ambos lados. Las propatas anales no poseen movimiento y están cubiertas de pelos. Flint (1979) refiere que presenta ampollas laterales en el primer segmento abdominal a menudo cubierto por un grupo de pequeñas cerdas.



**Figura 12.** Vista dorsal del estado larval de la Familia Leptoceridae

**e. Familia Calamoceratidae**

**e.1 Ecología**

Las larvas campodeiformes construyen refugios o estuches de diferentes tamaños a partir de pedazos de hojas, piedras, corteza, granos de arena u otro material orgánico. Fueron encontradas a lo largo de la fuente de agua, pero en mayor densidad poblacional en las zonas de evaluación alta y media, donde la corriente es lenta y existe abundancia de hojas caídas. Springer (2006) señala que las larvas se encuentran en ambientes lóticos y lénticos. Roldan (1996) considera a esta familia como indicadores de aguas oligotróficas y se alimentan de materia orgánica particular en descomposición por lo que se les encuentra asociadas a hojarasca sumergida especialmente en zonas de los ríos de áreas boscosas. Flint (1979) señala que las larvas miden entre 9 - 25 mm y se encuentra en aguas estancadas o con estas características en los ríos a menudo en un gran número.



**Figura 13.** Estado larval en el interior de su estuche

## **e.2 Morfología**

### **e.2.1 Cabeza**

Es aplanada, esclerotizada y de color marrón, los ojos son de tamaño pequeño, se encuentran ubicados en la parte anterior a ambos lados, las piezas bucales se encuentran en la parte anterior, las antenas son de tamaño pequeño. Springer (2006) señala que presenta labro con una fila de setas largas en su margen anterior.

### **e.2.2 Tórax**

El pronotum es esclerotizado, de coloración café oscuro, el mesonotum es parcialmente esclerotizado de una coloración más clara y el metanotum es totalmente membranoso, el meso y metatórax son similares en tamaño y más grandes que el protórax. Las patas anteriores son más pequeñas que las medias y posteriores, todas orientadas hacia adelante, con presencia de setas. Springer (2006) señala que presenta esquinas antero laterales del pronoto alargadas (curvadas).



### e.2.3 Abdomen

Es membranoso con segmentación marcada de color crema sin la presencia de pelos y branquias, las patas anales son pequeñas y presentan setas, los primeros segmentos abdominales son más anchos que los demás. Springer (2006) señala que presentan protuberancias laterales en el primer segmento abdominal. Las larvas poseen agallas abdominales y una línea lateral de pelos finos. Flint (1979) indica que las ampollas laterales del primer segmento abdominal son más ventrales que otros tricópteros constructores de casas.



**Figura 14.** Vista dorsal del estado larval de la Familia Calamoceratidae



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- En la cuenca El Ronquillo en época húmeda y en época seca, fueron identificadas taxonómicamente las siguientes familias: Calamoceratidae (51 larvas), Hydrobiosidae (79 larvas), Hydropsychidae (922 larvas), Leptoceridae (1371 larvas) y Polycentropodidae (5 larvas). Demostrándose de esta manera su presencia y la diversidad, así como la distribución e importancia dentro de los ecosistemas dulceacuícolas. Los que están siendo afectados por actividades antropogénicas o causas naturales.
- La mayor densidad poblacional de larvas del Orden Trichoptera en la cuenca El Ronquillo, corresponde a la familia Leptoceridae, siendo registrada durante las evaluaciones en época húmeda.

## CAPÍTULO VI

### BIBLIOGRAFÍA

Angrisano, E. 1995. Insecta Trichoptera. En: LOPRETTO, E. Y TELL, G, eds. Ecosistemas de aguas continentales: Metodologías para su estudio. La plata, Argentina: Editores Sur. T. III. P. 1199 - 1250.

Benke, A; Wallace, J. 1980. Trophic basis of production among net-spinning caddisflies in a southern Appalachian stream. *Ecology* 6: 108 - 118.

Chuquiruna, M; Cotrina, S. 2008. Diagnostico Socioecológico: La Jalca de la Microcuenca El Ronquillo. Cajamarca. Perú. Proyecto Páramo Andino - Sitio Cajamarca - Perú.

De Moore, F; Ivanov, V. 2008. Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta). *Hydrobiología* 595: 393 - 407.

Fernández, H; Dominguez, E. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Ed.Universitaria de Tucumán. 282 p.

Flint, O. 1979. Studies of neotropical caddisflies XXIII: New genera from the Chilean region. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 92(3):640-649.

Flint, J; Holzenthal, R; Harris, S. 1999. Catalog of the Neotropical Caddisflies (Insecta:Trichoptera). A special Publication of the Ohio Biological Survey. 239 p.

Holzenthal, R; Blahnik, R; Prather, A; Kjer, K. 2007. Orden Trichoptera Kirby 1813 (Insecta), Caddisflies. En: Zhang, Z.-Q., y Shear, WA (Eds). Tricentenario de Linneaus 2007: progreso en taxonomía de invertebrados. *Zootaxa*. 58 p. 1668: 639-698.

Holzenthal, R; Mendez, P; Steiner, J. 2009. Trichoptera Literature Database: a collaborative bibliographic resource for world caddisfly research.

Jaimes, A; Granados, C. 2016. Tricópteros asociados a siete afluentes de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia Revista Mexicana de Biodiversidad, vol. 87, núm. 2, junio, pp. 436-442.

Korytkowski, Ch. 1995. *En*: Insectos Acuáticos. Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología. Trichoptera. Material de apoyo didáctico. 17 p.

Lehmkuhl, D. 1979. How to know the aquatic insects? The Pictured Key Nature series. Trichoptera. W.M.C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa, EE.UU. p. 101-120.

Margalef, R. 1983. Limnología. Barcelona (España): Ediciones Omega. 1009 p.

Medina, Y. 2011. Macroinvertebrados Bentónicos Indicadores de Contaminación en el Río Chili entre Junio a Agosto del 2011, Arequipa - Perú. Universidad Nacional de San Agustín Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Escuela de Biología. 50 p.

Monson, M; Holzenthal, R; Ahlstrand, R. 1988. The larva and pupa of *Cochliopsyche vazquezae* (Trichoptera: Helicopsychidae). J. N. Am. Benthol. Soc. 7: 152-159.

Muñoz, F; Holzenthal, R. 1997. A new species of *Xiphocentron* (*Antillotrichia*) from Costa Rica with semiterrestrial immature stages (Trichoptera: Xiphocentronidae), p. 355-363. *In* R.W. Holzenthal & O.S. Flint (eds.). Proc. 8th Int. Symp. on Trichoptera, Ohio Biological Survey, Columbus, EEUU.

Muñoz, C. 2016. Caracterización Físico Química y Biológica de las Aguas del Río Grande Celendín - Cajamarca. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Cajamarca. 109 p.

Pescata, M. 2018. Trichopteros (en línea fotografía). Copyright All Rights Reserved. Consultado 30 de nov. 2018. Disponible en <https://pescataminuta.es/entomologia/tricopteros/>

Posada, J; Roldán, G. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente de Colombia. Caldasia 25: 169-192.

Reinoso, G. 1999. Dinámica de los Trichopteros del Río Alvarado en el tramo comprendido entre el barrio el Salado y el Municipio de Alvarado - Tolima (Colombia).

En: Programas y resúmenes XXXIV Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. Octubre 27 al 30 de 1999. Santiago de Cali - Colombia. Comisión Ecológica. 216 p.

Rincón, H; Pardo, R. 1995. Trichoptera. *En*: Seminario Invertebrados Acuáticos y su utilización en estudios ambientales. Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN) y Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. Auditorio del Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. p. 84-99.

Roldán, G. 1988. Guía para el Estudio de Macro invertebrados del departamento de Antioquia, Colombia, Fondo FEN. Editorial Presencia LTDA Bogotá. p. 78-80, 217.

Roldán, G. 1992. Fundamentos de Limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 529 p.

Sajami, J. 2015. Distribución Espacio-Temporal de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera (Insecta) en una Quebrada de Primer Orden, Bosque Montano, Junín, Perú. Tesis Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en Hidrobiología y Pesquería. Universidad Mayor de San Marcos. 143 p.

Salcedo, S; Artica, L; Tarma, F. 2013. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú. *Ciencia y Sociedad*. 2013; 03(02).

Sandoval, R. 2005. Larvas de free - living caddis (citado 15 de junio de 2005 11.55). Idioma español. Disponible en Internet: <http://www.riosysenderos.com/baul/freelivingcaddislarva.htm> (2003 -02-08).

Schmid, F. 1969. La famille des stenopsychides (Trichoptera). *Entomólogo canadiense*, 101, 187-224.

Sganga, J. 2011. Variabilidad espacial y estructura de las comunidades de Trichoptera (Insecta) en arroyos del Parque Provincial Salto Encantado del Valle del Cuñá-Pirú (Misiones, Argentina). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Springer, M. 2006. Clave taxonómica para larvas de las familias del Orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 54 (1): 273-286.

Vásquez, A; Chilón, D. 2019. Determinación de la Contaminación Orgánica del río Llaucano - Cajamarca Perú aplicando Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad del Ecosistema Acuático 2018. Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Ambiental y de Prevención de Riesgos. Cajamarca. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, UPAGU. 190 p.

Wetzel, G. 1981. Limnología. Barcelona: Ediciones Omega. 679 p.

Wiggins, G. 1996. Larvas de los Géneros de Trichopteros de Norte América. 2 ed. Canadá: University of Toronto Press Incorporate. 360 p.

Wiggins, G. 2004. Caddisflies the Underwater architects. Canada: University of Toronto Press Incorporate. 292 p.

Wiggins, G; Currie, D. 2008. Trichoptera familias, p. 439-480. *In* R.W. Merritt, K.W. Cummins, M.B. Berg (eds.). An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa, EEUU.

Zamora, C; Sainz, M; Murria, C; Bonada, N; Sainz, C; Gonzales, M; Alba, J; Tierno de Figueroa, J. 2011. Diversidad, Estrategias Vitales y Filogeografía de Especies Sensibles al Cambio Climático: Tricópteros en el Parque nacional de Sierra Nevada. Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2008-2011. 31 p.

Zamora, C; Sáinz, M; Bonada, N. 2015. Orden Trichoptera. 21 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Registros de temperatura, humedad y precipitación promedio anual en la Cuenca El Ronquillo

Precipitación (mm)	Temperatura (°C)			Humedad (%)		
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media
616	14,7	7,5	10,8	86	49	68

### Anexo 2. Parámetros fisicoquímicos en época seca o de estiaje (junio a octubre)

Zonas de evaluación	pH	T (°C)	CE (us/cm)	TDS (ppm)
Zona alta	8	16	0,261	0,126
Zona media	7,9	19	0,271	0,132
Zona baja	8,1	15	0,286	0,144

### Anexo 3. Parámetros fisicoquímicos en época húmeda o presencia de lluvias (noviembre a abril)

Zonas de evaluación	pH	T (°C)	CE (us/cm)	TDS (ppm)
Zona alta	7,6	15	0,229	0,121
Zona media	7,6	16	0,219	0,108
Zona baja	7,7	18	0,230	0,112

#### Anexo 4. Galería fotográfica



**Figura 15.** Método cuantitativo de colecta empleando red tipo D-net



**Figura 16.** Método cualitativo de colecta empleando red surber



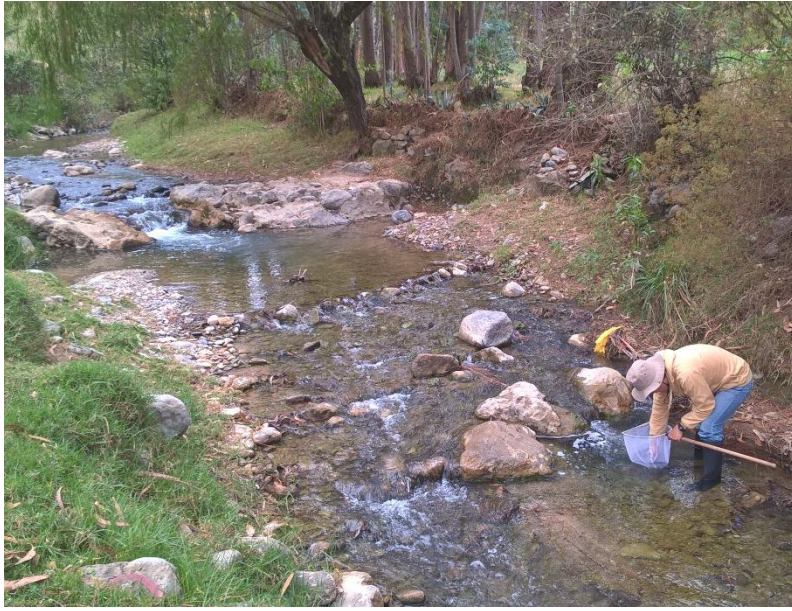


**Figura 17.** Zona de evaluación alta



**Figura 18.** Zona de evaluación media





**Figura 19.** Zona de evaluación baja



**Figura 20.** Larva de la Familia Polycentropodidae en el interior de su estuche, adherido a una roca

## GLOSARIO

**Branquias:** Órganos de respiración de animales acuáticos.

**Campodeiforme:** Larva de cuerpo alargado aplanado, con cerdas y antenas usualmente desarrolladas, muy activas.

**Cosmopolita:** Organismo que puede hallarse en cualquier lugar del mundo.

**Eruciforme:** Larva de cuerpo cilíndrico, cabeza desarrollada, antenas cortas, patas torácicas desarrolladas y con falsas patas o pseudopatas en el resto de cuerpo que semejan prolongaciones carnosas de los esternos abdominales y que pueden encontrarse en cada uno de los segmentos del cuerpo.

**Esclerito:** Zona esclerotizada del exoesqueleto delimitado por suturas o por membranas.

**Esclerotizado:** Impregnado de sustancias inertes rígidas y casi siempre también de pigmento oscuro; se dice de áreas de la cutícula.

**Estridulación:** Sonido que producen algunos insectos con fines de delimitación de un territorio, de llamada para la formación de grupos o de atracción sexual. Pueden hacerlo las hembras o los machos.

**Exarate:** También llamada pupa libre, puesto que las distintas partes del cuerpo se reconocen con facilidad y las antenas, piezas bucales, patas y alas se encuentran libres o sueltas.

**Filiforme:** Antena delgada como un hilo.

**Frontoclípeo:** Sector de la cabeza integrado por la frente y el clípeo cuando no hay límite neto entre ellos.

**Genitalia:** Apéndices y estructuras accesorias del aparato reproductor tanto de machos como de hembras.

**Gonópodos:** Son apéndices especializados utilizados en la reproducción o la puesta de huevos. Facilitan a los machos la transferencia de esperma a la hembra durante el apareamiento.

**Haustelo:** Parte media de la probóscide de las piezas bucales chupadoras esponjosas, es carnosa, cilíndrica y retráctil; en su parte anterior está el labro y la hypofaringe y en la posterior el prementum.

**Holometábola:** Tipo de metamorfosis en la que los estados inmaduros (larvas) son completamente diferentes a los adultos, tanto en la forma del cuerpo como en el tipo de piezas bucales y hábitos alimenticios. Comprende 4 estados de desarrollo huevo, larva, pupa y adulto.

**Labro:** Pieza bucal ubicada en la parte anterior del peristoma. Tiene la forma de un semiplato o es bilobado; cuelga del clypeo y está unido a este por la sutura labro clypeal.

**Maxilas:** Piezas bucales que se encuentran detrás de las mandíbulas; consta de varias partes: cardo, estipe, galea, lacinia y palpos maxilares.

**Metamorfosis:** Diferentes cambios en forma y apariencia que sufre el insecto durante su desarrollo postembrionario.

**Metanoto:** Área dorsal (o tergo) del metatórax.

**Pupa:** Estado intermedio entre la larva y el adulto en los insectos de metamorfosis completa, en el cual permanece inactivo, no se alimenta y solo se nutre de las sustancias almacenadas en el periodo larval. Es el estado donde se realiza la transformación al adulto.

**Probóscide:** Aparato bucal en forma de trompa o pico que presenta algunos insectos picadores chupadores o chupadores.

**Pronoto:** Es el notum del protórax.

**Setas:** Estructura formada por la prolongación citoplasmática externa de una célula especializada de la epidermis conocida como trichogeno.