

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



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

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

ERICK MAURICIO MEZA PAREDES

Asesores:

Ing. Agr. Alonso Vela Ahumada

Ing. Agr. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacondori

CAJAMARCA - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Norte de la Universidad Peruana

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

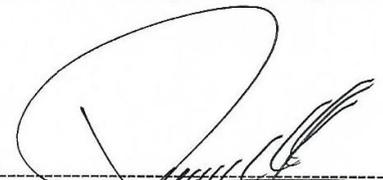
En Cajamarca, a los **21** días del mes de **Agosto** del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2C-211** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 236 -2019-FCA-UNC, Fecha 14 de Junio del 2019, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“EL ORDEN EPHEMEROPTERA EN LA CUENCA EL RONQUILLO - CAJAMARCA”** del Bachiller: **MEZA PAREDES ERICK MAURICIO**, en Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las **17** 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 del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **aprobación** por **unanimidad** con el calificativo de **Dieciséis (16)**.

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

A las **18** horas y **25** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

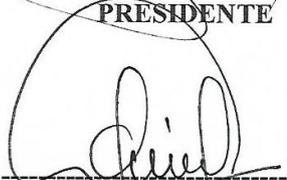
Cajamarca, 21 de agosto de 2019.



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. Alfredo Quispe Urteaga
SECRETARIO



Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro
VOCAL



Ing. Alonso Vela Ahumada
ASESOR



Ing. Mg.Sc. Jhon A. Vergara Copacandori
ASESOR

DEDICATORIA

A mi madre por su apoyo constante. A mi padre, que desde el cielo guía mis pasos para poder seguir adelante. A mi pareja por su amor, paciencia y motivación en los momentos más difícil y finalmente a mis hermanos por inspirarme a cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores, por su tiempo, sabiduría, amistad y por su apoyo a culminar este proyecto de investigación.

A mi madre y a mi pareja por su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Formulación del problema	1
1.2 Objetivo de la investigación	2
1.3 Hipótesis de la investigación	2
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Antecedentes de la investigación	3
2.2 Bases teóricas	5
2.2.1 Orden Ephemeroptera	5
a. Morfología	6
a.1 Náyade	7
a.1.1 Cabeza	7
a.1.2 Tórax	7
a.1.3 Abdomen	8
a.2 Subimago	8
a.3 Imago o adulto	8
a.3.1 Cabeza	9
a.3.2 Tórax	9
a.3.3 Abdomen	9
b. Biología y ecología	10
b.1 Náyade	10
b.2 Subimago	11
b.3 Imago o adulto	11
c. Taxonomía	12

c.1	Suborden Pannota	13
c.1.1	Superfamilia Ephemerelloidea	13
a.	Familia Ephemerellidae	13
b.	Familia Leptohiphidae	13
c.	Familia Tricorythidae	14
c.1.2	Superfamilia Caenoidea	14
a.	Familia Baetiscidae	14
b.	Familia Caenidae	14
c.	Familia Neophemeridae	14
d.	Familia Prosopistomatidae	15
c.2	Suborden Schistonota	15
c.2.1	Superfamilia Baetoidea	15
a.	Familia Ameletopsidae	15
b.	Familia Ametropodidae	15
c.	Familia Baetidae	16
d.	Familia Oniscigastridae	16
e.	Familia Siphonuridae	16
c.2.2	Superfamilia Heptagenioidea	16
a.	Familia Coloburiscidae	16
b.	Familia Heptageniidae	17
c.	Familia Isonychiidae	17
d.	Familia Oligoneuriidae	17
c.2.3	Superfamilia Leptophlebioidea	18
a.	Familia Leptophlebiidae	18
c.2.4	Superfamilia Ephemeroidea	18
a.	Familia Behningiidae	18
b.	Familia Ephemeridae	18
c.	Familia Euthyplociidae	19
d.	Familia Palingeniidae	19
e.	Familia Polymitarcydae	19
f.	Familia Potamanthidae	20
d.	Importancia	20
2.2.2	La Cuenca El Ronquillo	21
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		23

3.1	Ubicación geográfica del trabajo de investigación	23
3.2	Materiales	23
3.2.1	Material biológico	23
3.2.2	Material de campo	23
3.2.3	Material y equipo de laboratorio	24
3.3	Metodología	24
3.3.1	Trabajo de campo	24
a.	Zonas de evaluación	24
a.1	Zona alta	24
a.2	Zona media	25
a.3	Zona baja	25
b.	Evaluación	26
b.1	Método cualitativo	26
b.1.1	Red tipo D-Net	26
b.2	Método cuantitativo	26
b.2.1	Red surber	26
3.3.2	Trabajo de laboratorio	27
3.3.3	Trabajo de gabinete	27
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
4.1	Colecta de insectos	28
4.1.1	Método cualitativo	28
a.	Red tipo D-net	28
4.1.2	Método cuantitativo	30
a.	Red surber	30
4.2	Identificación taxonómica	31
4.2.1	Suborden Schistonota	31
a.	Superfamilia Baetoidea	31
a.1	Familia Baetidae	32
a.1.1	Ecología	32
a.1.2	Morfología	32
a.	Cabeza	32
b.	Tórax	32
c.	Abdomen	33
4.2.2	Suborden Schistonota	34

a.	Superfamilia Leptophlebioidea	34
a.1	Familia Leptophlebiidae	34
a.1.1	Ecología	34
a.1.2	Morfología	35
a.	Cabeza	35
b.	Tórax	35
c.	Abdomen	35
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
	CAPÍTULO VI. LITERATURA CITADA	38
	ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red tipo D-net en época de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo	28
2	Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red tipo D-net en época de lluvia (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo	29
3	Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red surber en época de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo	30
4	Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red surber en época de lluvia (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Ciclo biológico del orden Ephemeroptera (adaptado de Whitlock 1994)	12
2	Zonas de evaluación en la Cuenca El Ronquillo	25
3	Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red tipo D-net en época de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo	28
4	Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red tipo D-net en época de lluvia (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo	29
5	Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red surber época de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo	30
6	Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red surber época de lluvias (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo	31
7	Vista dorsal de la náyade de <i>Baetis</i> sp.	33
8	Vista dorsal de la náyade de <i>Baetodes</i> sp.	34
9	Vista dorsal de la náyade de <i>Thraulodes</i> sp.	36
10	Método cuantitativo de colecta empleando red Surber	43
11	Método cualitativo de colecta empleando red tipo D-net	43
12	Zona de evaluación alta	44
13	Zona de evaluación media	44
14	Zona de evaluación baja	45
15	Náyade de la Familia Leptophlebiidae adherida a una roca	45
16	Branquias abdominales de náyade de la Familia Baetidae	46
17	Branquias abdominales de náyade de la Familia Leptophlebiidae	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	Registros de temperatura, humedad y precipitación promedio anual en la Cuenca El Ronquillo	42
2	Parámetros fisicoquímicos en época de estiaje (junio a octubre)	42
3	Parámetros fisicoquímicos en época de lluvia (noviembre a abril)	42
4	Galería fotográfica	43

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la Cuenca El Ronquillo, ubicado en el distrito de Cajamarca, con el objetivo de determinar las familias del Orden Ephemeroptera. El cauce principal se dividió en zona alta (768752 m al este, 9207149 m al norte y a una altitud de 3042 msnm), media (770882 m al este, 9209014 m al norte y a una altitud de 2912 msnm) y baja (772058 m al este, 9208233 m al norte y a una altitud de 2840 msnm). En cada una de ellas se muestreó 100 m de longitud; empleando el método cualitativo “red tipo D-net” y el cuantitativo “red surber”. En época de lluvia y estiaje, en la zona baja, con presencia de aguas poco oxigenadas, se identificaron 94 náyades de la familia Baetidae (*Baetis* sp., *Baetodes* sp.). En las zonas alta y media, con aguas limpias y bien oxigenadas, se determinaron 66 náyades de la familia Leptophlebiidae (*Thraulodes* sp.).

Palabras clave: Cuenca, El Ronquillo y Orden Ephemeroptera.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the El Ronquillo Basin, located in the district of Cajamarca, with the objective of determining the families of the Ephemeroptera Order. The main channel was divided into high zone (768752 m to the east, 9207149 m to the north and at an altitude of 3042 meters above sea level), medium (770882 m to the east, 9209014 m to the north and at an altitude of 2912 meters above sea level) and low (772058 m to the east east, 9208233 m to the north and at an altitude of 2840 meters above sea level). In each of them 100 m in length was sampled; using the qualitative method "D-net type network" and the quantitative "surber network". In the rainy and dry season, in the low zone, with the presence of little oxygenated waters, 94 naiads of the Baetidae family (Baetis sp., Baetodes sp.) Were identified. In the upper and middle areas, with clean and well-oxygenated waters, 66 naiads of the Leptophlebiidae family (Thraulodes sp.) Were determined.

Key words: Basin, El Ronquillo y Order Ephemeroptera.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos mantienen diversidad de insectos, por lo que los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de sus comunidades, la función biológica y al propio insecto, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva, así mismo, a nivel mundial existe el creciente interés por preservarlos, sin embargo, a pesar de ello, éstos siguen siendo sometidos a constantes presiones de degradación y/o contaminación por la actividad antrópica (Acosta *et al.* 2009).

La cuenca El Ronquillo abastece de agua a un tercio de la población en Cajamarca (116144 habitantes aproximadamente), por esta razón, existe interés por conocerla y protegerla, a través de los cambios que experimentan en el tiempo, considerando aspectos físicos, químicos, biológicos, que permitan estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas. Sus corrientes de agua, dan origen a ecosistemas acuáticos, en los que existe diversidad de macroinvertebrados poco estudiadas, que por sus características fisiológicas pueden verse afectadas por distintas fuentes de contaminación. En la zona alta, según la capacidad de uso del suelo predominan las clases VI, VII y VIII, con pendientes empinadas a muy empinadas (40% - 58%), susceptibles a erosión, afectando las aguas de la zona media y baja, con sedimentos, que afectan la vida de los macroinvertebrados acuáticos.

En la actualidad no contamos con un registro de la diversidad de insectos del Orden Ephemeroptera presentes en la cuenca El Ronquillo, por lo que, es necesario realizar un inventario y tener un registro confiable en tiempo real, con la finalidad de brindar información sobre su diversidad, taxonomía y sistemática.

1.1 Formulación del problema

¿Cuáles son las familias del Orden Ephemeroptera que se encuentran presentes en la cuenca El Ronquillo?

1.2 Objetivo de la investigación

Determinar las familias del Orden Ephemeroptera que se encuentran presentes en la cuenca El Ronquillo.

1.3 Hipótesis de la investigación

Existen miembros del Orden Ephemeroptera en la cuenca El Ronquillo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

Palomino (2017), relacionó los cambios en la estructura comunitaria de los macroinvertebrados acuáticos bentónicos (MAB) con la variación de los parámetros asociados a la calidad del agua en el río Mashcón. En las estaciones E1 y E2 se observó una mayor abundancia de la familia Chironomidae, que son considerados indicadores de aguas contaminadas con materia orgánica. En las estaciones E3, E4 y E5 fue la familia Baetidae la que mayor abundancia presentó, aunque también se registró en la E2, por lo que no indicaría precisamente aguas de buena calidad. No siendo el caso de la familia Leptophlebiidae y familias de los órdenes Trichoptera y Coleóptera que solo se registraron en las estaciones E4 y E5, que presentan una menor perturbación.

Romero y Tarrillo (2017), evaluaron la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos (MIB) como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca. Se identificaron 8 órdenes y 17 familias, de las que destacan Díptera, Ephemeroptera y Coleóptera, en cuanto a la aplicación del índice Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera (ETP) se obtuvo que la calidad del agua en los 5 puntos de muestreo fue pobre, con respecto al Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), en el punto QC-R tiene una calidad ligeramente contaminada, en los puntos QC-01, QC-02 tiene una calidad dudosa y los puntos QC-03, QC-04, están con una calidad crítica, este último índice guarda relación con los resultados del Índice Biótico Andino (ABI), con una calidad buena, moderada y mala respectivamente.

Muñoz (2016), caracterizó las aguas del río Grande en Celendín Cajamarca Perú, en 5 estaciones de muestreo ubicadas en los sectores de Chupset, el Gaitán, Shuitute, los Pajuros y Llanguat; en el cauce principal del río Grande durante los meses de octubre y noviembre de 2014 así como en enero y febrero de 2015, correspondiendo a periodos de estiaje y avenidas respectivamente. El número total de individuos que se obtuvieron corresponde a 9713 individuos pertenecientes a 9 clases, 14 órdenes y 37 familias.

Sajamí (2015), realizó un estudio con el objetivo de conocer 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 4 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.

Jáuregui (2018), realizó la evaluación de macroinvertebrados como bioindicadores en la calidad de agua, en la quebrada corrientillo, dentro de los límites de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Se identificaron macroinvertebrados en las 3 zonas de evaluación, Orden Diptera 5 familias (Chironomidae, Psychodidae, Ceratopogonidae), Orden Ephemeroptera, 3 familias (Leptophlebiidae, Baetidae, Caenidae), Orden Trichoptera, 2 familias (Hydroptilidae, Polycentropodidae), Orden Odonata, 2 familias (Coenagrionidae, Libellulidae), Heteroptera, 1 familia (Belostomatidae) y Orden Coleoptera, 1 familia (Elmidae); dentro de la clase Malacostrácea se identificó una familia (Palaemonidae), así como Filo Anélida una familia Haplotaxia.

Miñano (2017), desarrolló una investigación con el objetivo principal de determinar la composición y estructura de la comunidad de Ephemeroptera en las quebradas de baja y gran altitud en la provincia de Quispicanchi (Cusco, Perú). Se analizó la composición y estructura comunitaria de Ephemeroptera en sustrato pedregoso, de 12 quebradas evaluadas durante mayo y agosto del 2013. Fueron identificados 17 géneros en 17689 individuos de Ephemeroptera, agrupados en 4 familias. Baetidae es la familia con la mayor diversidad, con 9 géneros, seguida de Leptophlebiidae con 5 géneros, Leptohyphidae con 2 géneros y Eutyplociidae con 1 género. La mayoría de los géneros se presentan a bajas altitudes evidenciando una respuesta a disminuir en su riqueza a medida que la altitud aumenta.

Forero *et al.* (2016), realizaron un estudio, con la finalidad de ampliar el conocimiento taxonómico y ecológico de la familia Baetidae en la cuenca del río Alvarado (Tolima, Colombia), y su asociación con los sustratos arena, grava/guijarro, hojarasca y roca, y con algunos parámetros fisicoquímicos. Se hizo la colecta con red surber en los hábitats correspondientes, en 4 sustratos y se evaluaron parámetros fisicoquímicos, se colectaron un total de 2386 individuos distribuidos en 9 géneros y 14 especies. *Baetodes* sp. (23,93 %), *Camelobaetidius edmundsi* (19,70 %), *Guajirolus queremba* (12,70 %) y *Paracloeodes binodulus* (11,32 %) fueron las especies más abundantes en la cuenca.

Gutiérrez y Reinoso (2010), publicaron el listado preliminar de géneros del orden Ephemeroptera en el departamento del Tolima, basado en náyades. Se registran 7 familias y 41 géneros, representando el 78 % y 95 % del total registrado para Colombia. La familia más ampliamente distribuida fue Baetidae, y la de menor distribución fue Euthyplociidae. Los géneros más ampliamente distribuidos fueron *Baetodes*, *Thraulodes* y *Leptohyphes*. Los resultados de este estudio dejan evidenciar que el Tolima alberga una inmensa diversidad del orden Ephemeroptera.

Rozo y Salinas (2015), presentan un inventario del orden Ephemeroptera para la quebrada Coquital, (Chocó, Colombia), y aportan datos sobre la taxonomía y distribución de los géneros y especies registrados en el país. Fueron identificados 5 familias, 11 géneros y 3 especies. *Caenis*, *Hagenulopsis* y *Campsurus* son nuevos registros para el departamento del Chocó. *Americabaetis*, *Baetodes*, *Callibaetis*, *Leptohyphes*, *Terpides* y *Thraulodes* se señalan por primera vez para la ecoregión del Darién. Los resultados evidencian la gran diversidad de Ephemeroptera en la ecoregión del Darién.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Orden Ephemeroptera

Ephemero = efímero, pteron = alas, esto hace referencia a la corta vida de los adultos de estos individuos cuyo único fin es la reproducción. Los efemerópteros conocidos en países de habla inglesa como “moscas de mayo”, son insectos cosmopolitas, que se caracterizan por su corta existencia como adultos. Estos organismos se pasan prácticamente toda su vida, hasta un año, como náyades acuáticas y sólo viven como adultos desde unas pocas horas hasta dos o tres días para alcanzar su apareamiento. Las náyades por lo regular viven en aguas claras, bien oxigenadas y son sensibles a la presencia de carga orgánica residual, por tal razón, son buenos indicadores de calidad de agua (Zúñiga *et al.* 1995).

Según Zúñiga *et al.* (1995) a pesar de ser cosmopolitas, estos organismos están ausentes en Nueva Zelanda y algunas pequeñas islas y su mayor riqueza se encuentra en el neotrópico. Se cree que el grupo se deriva al menos de tres grupos faunísticos: de la fauna de los andes del Sur, de Sur América y en menor proporción de Norte América, la cual se dispersó a través de América Central. Las relaciones entre la fauna tropical de Sur América y África también se entienden poco.

El orden Ephemeroptera es un grupo constituido por 300 géneros y 4000 especies en todo el mundo. En América del Sur, Pescador *et al.* (2001), reconocían 13 familias, con 91 géneros y 375 especies para esta región, mientras que Domínguez y Fernández (2009), señalan que se trataría de 14 familias, con 105 géneros y 452 especies, donde las familias con mayor número de especies son Baetidae y Leptophlebiidae, seguidas por Leptohyphidae.

De acuerdo a Barber *et al.* (2008), los ephemeropteros son los insectos más primitivos y antiguos de todos los insectos existentes, presentando características como una articulación alar primitiva, filamentos terminales característicos de los primeros insectos alados, entre otros.

De acuerdo a Domínguez *et al.* (2001), los efemerópteros como consumidores primarios, son un componente importante de la fauna bentónica, tanto en número de individuos como en biomasa. Procesan una cantidad importante de materia orgánica, ya sea triturando las partículas grandes, o filtrando las pequeñas. Por otro lado, por medio de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre. Debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia diferencial de las diferentes especies a distintos grados de contaminación o impacto ambiental, han sido utilizados desde hace ya algún tiempo como indicadores biológicos de calidad de aguas.

Hilsenhoff (1991), menciona que la mayoría de las náyades de Ephemeroptera son conocidas por sus altos requerimientos de oxígeno disuelto en el agua en donde se desarrollan, pero existen dentro de este orden algunas excepciones; por ejemplo la Familia Caenidae que comparada con otras, es generalmente más tolerante a los bajos niveles de oxígeno; las Ephemerelellidae por lo general habitan ríos limpios, también existen algunas especies que pueden persistir en ríos enriquecidos orgánicamente; las náyades de Tricorythidae son ampliamente distribuidas y se les encuentra en el detritus, cieno y grava donde algunas especies resisten bajos niveles de oxígeno disuelto.

a. Morfología

Son insectos hemimetábolos, considerados como un grupo primitivo y son los únicos que poseen alas antes de llegar a adultos. El subimago podría ser como el análogo del estado pupal de los insectos holometábolos, completándose durante este estadio la elongación de los filamentos caudales y las alas de los adultos (Zúñiga *et al.* 1995).

a.1 Náyade

Son acuáticas, de tipo campodeiforme, tienen un aparato bucal funcional de tipo masticador, respiración tegumental por medio de traqueobranquias (de forma generalmente laminar a veces hendidas, o plumosa) que se sitúan generalmente en posición abdominal y en ocasiones en posición torácica o maxilar. En la familia Caenidae el primer par de traqueobranquias es filiforme, y el segundo está transformado en placas que a modo de opérculos cubren y protegen al resto. Y en la familia Prosopistomatidae, las branquias están ocultas en una cámara branquial (Alba-Tercedor 2015).

a.1.1 Cabeza

Puede ser prognata o hipognata (Alba-Tercedor 2015), tiene una dura cubierta exterior de esclerotina, a menudo con varias crestas y proyecciones; apunta hacia delante o hacia abajo, con la boca en la parte delantera. Cuentan con dos grandes ojos compuestos, tres ocelos (ojos simples) y un par de antenas filiformes de longitud variable, fijadas entre o delante de los ojos. Las piezas bucales están diseñadas para masticar y consisten en un labro, un par de mandíbulas fuertes, un par de maxilas, una hipofaringe membranosa y un labio (Domínguez 2006).

a.1.2 Tórax

Consta de tres segmentos: protórax, pequeño y móvil, mesotórax desarrollado y, al igual que en los adultos, fusionado al metatórax. Cada segmento cuenta con un par de patas, que normalmente terminan en una única uña, a modo de garra. Las patas son robustas, con fémures bien desarrollados y con frecuencia revestidas con cerdas, pelos o espinas. Las pterotecas o estuches alares se desarrollan en el meso y metatórax, aunque en algunas especies pueden estar ausentes en el metatórax (Domínguez 2006).

Las patas están formadas por cinco segmentos, coxa y trocánter corto, fémur más o menos aplanado, tibia de sección cilíndrica o subtriangular y tarso unisegmentado. Este lleva una uña tarsal generalmente con denticúlos. Las patas son más cortas y fuertes que en el adulto (Domínguez *et al.* 2001).

a.1.3 Abdomen

Consta de diez segmentos, algunos de los cuales pueden estar ocultos bajo un gran par de branquias operculadas, una placa torácica (parte expandida del protórax) o los estuches alares. La mayoría de los taxones cuentan con hasta siete pares de branquias traqueales (traqueobranquias) de forma generalmente laminar, a veces hendidas, o plumosa, situadas generalmente en la parte superior o los lados del abdomen, aunque en algunas especies están debajo o, en muy pocas ocasiones, se encuentran en la base de la coxa de las patas o la base de los maxilares (Domínguez 2006).

Abdomen provisto de tres filamentos caudales: dos externos, denominados cercos, y uno impar, llamado paracercos o filamento terminal. Este último puede estar tan reducido que no sobresalga del último segmento abdominal, dando el aspecto de tener solo dos filamentos caudales (Alba-Tercedor 2015).

a.2 Subimago

Las efímeras son los únicos insectos en los que existe un estadio intermedio, el subimago, entre la fase de náyade y la de adulto, en el que se parece físicamente al adulto o imago, pero que suele ser sexualmente inmaduro, de color más apagado y alas translúcidas y provistas de pilosidad; sus ojos, patas y genitalia no están completamente desarrollados. Los subimagos suelen ser malos voladores y por lo general carecen de los patrones de color utilizados para atraer a las parejas. Después de un período, que suele durar uno o dos días, pero en algunas especies sólo unos pocos minutos, el subimago muda a la forma adulta completa, lo que hace de las efímeras los únicos insectos donde una forma alada experimenta una muda adicional (McCafferty 1998).

Sin embargo, en algunas familias, como en los Oligoneuriidae la muda imaginal no es completa, conservándose la envoltura subimaginal de las alas, lo cual les da un aspecto grisáceo translúcido, y en otros como en los Caenidae los adultos presentan pilosidad en los márgenes posteriores de las alas (Alba-Tercedor 2015).

a.3 Imago o adulto

Son de estructura relativamente primitiva, con características que probablemente estaban presentes en los primeros insectos voladores, como colas largas y alas que no

se pliegan sobre el abdomen (Thomas *et al.* 2013). Alba-Tercedor (2015), indica que, en estado adulto, las efímeras son insectos de vida aérea, tegumentos blandos y en general de colores poco vistosos. De tamaño variable (desde unos milímetros hasta algunos centímetros).

a.3.1 Cabeza

Es del tipo hipognata, provista de tres ocelos y de ojos compuestos bien desarrollados en ambos sexos, particularmente en los machos (en la familia Baetidae los ojos compuestos de los machos aparecen divididos en dos porciones, de tal modo que entre los ojos laterales normales se elevan dos ojos dorsales situados sobre unas bases cilíndricas, son los llamados ojos en turbante). Antenas muy cortas y delgadas, formadas por dos artejos proximales (escapo y pedicelo) robustos y un flagelo distal en forma de pelo. Aparato bucal de tipo masticador, pero en él las piezas bucales están atrofiadas y no son funcionales (Alba-Tercedor 2015).

a.3.2 Tórax

Presenta un protórax pequeño y móvil, mesotórax desarrollado y fusionado al metatórax. Patas largas y delgadas con tarsos de cuatro o cinco artejos; las patas anteriores están particularmente desarrolladas, sobre todo en los machos y están dirigidas hacia delante, para la localización y agarre de las hembras durante el apareamiento en el aire. Los tarsos de las patas están provistos generalmente de dos uñas lobiformes o apuntadas que pueden o no ser iguales entre sí. Alas membranosas y generalmente glabras en el adulto; las anteriores bien desarrolladas, generalmente de contorno subtriangular y venación primitiva muy desarrollada; las posteriores son más pequeñas y a veces pueden faltar (en la familia Caenidae, y en algunos géneros de la familia Baetidae) (Alba-Tercedor 2015).

a.3.3 Abdomen

Es alargado, subcilíndrico o ligeramente deprimido y terminado en dos o tres filamentos caudales muy largos, generalmente de longitud superior a la del cuerpo. Está formado aparentemente por 10 segmentos o uritos. En realidad, existe un 11º segmento rudimentario, prolongado a menudo por un filamento terminal o paracercos a cuyos lados se encuentran los dos cercos. Gonoporos pares, abriéndose en las hembras en la membrana intertegumentaria entre el 7º y 8º urosterno; en los machos se abren al final

de un pene bífido o doble situado entre el 9º y 10º urosterno. Dependientes del 9º segmento se encuentran en los machos un par de gonópodos (=gonostilos) uni o pluriarticulados que actúan a modo de pinza sujetando a la hembra durante la cópula (Alba-Tercedor 2015).

b. Biología y ecología

Presentan una dispersión limitada, quizás porque los adultos son de vida corta, con poca capacidad para volar, y las náyades son de hábitat acuáticos a los cuales están fuertemente relacionadas, debido a que permanecen adheridas a rocas, hojarasca o sumergidas en el lecho arenoso o lodoso de los cuerpos de agua, por lo tanto, cuando hay alteraciones en el medio que las rodea, toda su actividad es afectada. Las náyades de este orden son exclusivamente acuáticas y pueden vivir hasta 2 años, mientras que la vida del adulto es muy efímera, de donde se deriva su nombre, llegando a vivir pocas horas o incluso minutos. Su respiración se realiza por branquias abdominales relativamente bien desarrolladas y en su mayor parte son detritívoros (se alimentan de materia orgánica muerta) y herbívoros (Zúñiga *et al.* 1995).

Desde el punto de vista altitudinal, el orden se extiende desde el nivel del mar hasta aproximadamente 3500 metros de altitud, alcanzándose su máxima diversidad entre los 1000 y 2000 metros (Roldán 1988).

b.1 Náyade

Viven en diferentes ambientes acuáticos, tanto en aguas corrientes como estancadas se encuentran prácticamente en todos los microambientes disponibles: bajo rocas, enterrados en fondos lodosos o arenosos, entre paquetes de hojas minando en tejidos vegetales vivos o muertos, o en túneles en el fondo de lagos y ríos, inclusive existen especies cuyas náyades viven como comensales en las branquias de bivalvos. Generalmente son herbívoros, pudiendo filtrar su alimento, según las modificaciones que presenten en el aparato bucal y patas anteriores. Sin embargo, hay unos pocos géneros de hábitos carnívoros (Domínguez *et al.* 2001).

Las náyades son de respiración hidropnéustica, o por medio de branquias (agallas) externas. Sin embargo, en los Baetidae y otras especies pequeñas de aguas bien oxigenadas, la mayor parte de la respiración ocurre a través de la piel de la náyade. En algunas especies, las branquias también sirven para crear corrientes de agua en sus

madrigueras, como accesorios de agarre en las rocas o como estructuras osmoregulatorias (para el intercambio de sales). Muchas náyades poseen adaptaciones para la vida en aguas rápidas, tales como cuerpos comprimidos dorsoventralmente (Heptageniidae, algunas Leptophlebiidae) y garras bien desarrolladas en las patas (algunas Baetidae) para agarrarse a la superficie de las rocas. De hecho, las náyades de los géneros *Mayobaetis* y *Moribaetis* (Baetidae) pueden salir del agua y caminar o arrastrarse en las zonas húmedas de piedras y rocas donde salpica el agua. Otras especies, como algunas de la familia Baetidae y del género *Terpides* en Leptophlebiidae, son buenos nadadores, de cuerpos esbeltos y parecidos a pececillos (Flowers y De La Rosa 2010).

b.2 Subimago

En la mayoría de las especies se presenta el estadio supernumerario, llamado subimago, único entre los insectos. Este es de una duración variable, pudiendo extenderse entre 15 minutos y 24 horas, y en algunos casos, se ha suprimido en las hembras, y la muda se reduce al cuerpo de los machos, sin afectar las alas, ya que el vuelo nupcial es fundamental para la reproducción, aunque se reportó una especie en Madagascar en la que las alas se encuentran reducidas, y los adultos “patinan” sobre el agua (Reinoso 1998).

b.3 Imago o adulto

El vuelo nupcial o “enjambre” es generalmente característico de las especies produciéndose dentro de patrones preestablecidos con respecto a horarios, lugar (dependiendo de “marcadores”), número de individuos componentes y patrones de vuelo. La cópula en general no lleva mucho tiempo en algunos casos solo segundos, y luego el macho puede o no retomar al enjambre. Según las características de cada grupo, las hembras pueden proceder casi inmediatamente a oviponer, o puede pasar un tiempo variable hasta la ovoposición, siendo lo más común una espera entre 12 y 24 horas. Las hembras en general vuelan aguas arriba para ovopositar, y pueden hacerlo de distintas formas, depositando los huevos uno a uno en el agua, todos de una sola vez, en una esfera que forman en vuelo, entrando en el agua y adhiriéndolos directamente al sustrato (Domínguez *et al.* 2001).

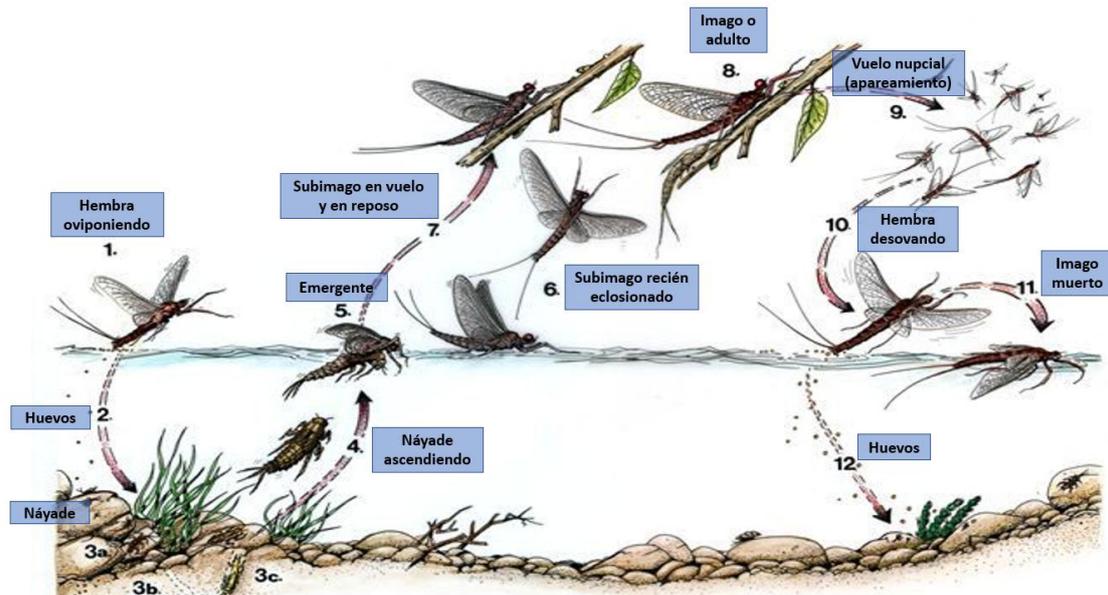


Figura 1. Ciclo biológico del orden Ephemeroptera (adaptado de Whitlock 1994)

c. Taxonomía

La fauna global del orden Ephemeroptera comprende en la actualidad más de 3000 especies descritas en 42 familias y más de 400 géneros; la región neotropical tiene la mayor diversidad de géneros (Barber *et al.* 2008).

Aunque hay bastante progreso en la clasificación genérica de Ephemeroptera de América Central, aún no ha ocurrido a nivel de clasificación específica y todavía no es posible identificar las especies en la mayoría de géneros, especialmente en aquellos con muchas especies, como *Thraulodes*, *Leptophyphes* o *Tricorythodes*. Sin embargo, en años recientes el conocimiento del orden Ephemeroptera en América Latina ha mejorado gracias a nuevos estudios de entomólogos de varias partes de América Central y del Sur. También, el aumento de proyectos sobre inventarios de biodiversidad ha brindado mucho material nuevo y de alta calidad al mundo científico, lo que resulta en la descripción de nuevos géneros y especies (Flowers y De La Rosa 2010).

Sus principales familias son: Baetidae, Caenidae, Ephemerellidae, Ephemeridae, Heptageniidae, Isonychiidae, Leptohephidae, Leptophlebiidae, Oligoneuriidae, Polymitarcyidae y Siphonuridae. A continuación, se muestra la clasificación tradicional de Ephemeroptera (Peters y Campbell 1991).

c.1 Suborden Pannota

c.1.1 Superfamilia Ephemerelloidea

a. Familia Ephemerellidae

Los adultos se caracterizan por presentar alas anteriores con un reducido número de venas intercalarias que alcanzan el margen externo del ala, en tanto que las alas posteriores son muy pequeñas. Abdomen con tres filamentos caudales y harpagones trisegmentados. Las náyades son alargadas o cortas con hileras de espinas o tubérculos en el aspecto dorsal y branquias traqueales aplanadas. Las antenas son largas y en abdomen que en algunas especies es ventralmente cóncavo y funciona como una ventosa, presenta tres filamentos caudales. Las náyades que frecuentemente presentan colores crípticos, se desarrollan en aguas de corriente rápida donde pueden ser observadas adheridas a la cara inferior de piedras sumergidas. El único registro para la región neotropical es *Melanemerella Brasiliana* Ulmer que ocurre en el Brasil (Raven 1990).

b. Familia Leptohyphidae

Las náyades de esta familia se caracterizan por la presencia de agallas en el segundo segmento abdominal operculadas triangulares, semitriangulares u ovaladas y sin entrar en contacto en la línea media del abdomen (no se juntan en la mitad del cuerpo), las náyades bien desarrolladas (último estadio) pueden medir entre 3 y 10 mm de longitud corporal (McCafferty 1998). Presentan en el primer par de patas una corona de espinas o pelos largos. Uñas tarsales con 3-9 dientecillos (Domínguez *et al.* 2001).

Las náyades ocurren en todo tipo de ríos y quebradas, incluyendo aquellas ambientalmente degradadas en las áreas agrícolas; viviendo entre las piedras y la vegetación acuática, o en el fango, refugiándose de las corrientes fuertes (Flowers y De La Rosa 2010). Siendo en general malas nadadoras, se encuentran frecuentemente asociadas a vegetación, detritus, o fondos arenosos, gravillosos o cenagoso de arroyos y ríos (McCafferty 1998), alimentándose de algas y detritus.

c. Familia Tricorythidae

Esta es la familia mejor representada en el Perú. Sus miembros son insectos relativamente pequeños en que las alas anteriores presentan un relativamente reducido número de venas transversales y las alas posteriores están ausentes, patas con tarsos bi-o tri-segmentados y abdomen con dos o tres filamentos caudales. Las náyades se asemejan a las de la familia Caenidae, por lo que en el pasado este grupo fue asociado con esa familia. El género *Leptohyphes* Eaton, con 34 especies neotropicales, es el mejor representante en la región y en el Perú, donde se han registrado especies. Otros géneros citados para el Perú son *Tricorythodes* Ulmer y *Haplohyphes* Allen (Raven 1990).

c.1.2 Superfamilia Caenoidea

a. Familia Baetiscidae

Comprende la especie rara *Baetisca obesa* Walsh que ocurre en Norteamérica. Los adultos se caracterizan por presentar un elevado número de venas intercalarias y transversales en las alas. Las náyades son peculiares por la forma del tórax y abdomen, que protegen a las branquias traqueales en la forma similar a lo que se observa en los miembros de la familia Prosopistomatidae (Raven 1990).

b. Familia Caenidae

Los adultos se caracterizan por presentar un solo par de alas, las anteriores, que presentan un reducido número de venas transversales y un área anal relativamente amplia. Los harpagones de los machos son unisegmentados en forma de cuernos. Las náyades son peculiares por presentar el segundo par de branquias traqueales expandidas, las cuales, a manera de élitros, cubren las branquias de los segmentos subsiguientes y le dan al insecto un aspecto aplanado. El primer par de branquias traqueales es filiforme y en el ápice del abdomen los tres filamentos caudales son de similar longitud (Raven 1990).

c. Familia Neoephemeridae

Es una familia holártica que comprenden especies relativamente grandes no están representadas en la región neotropical (Raven 1990).

d. Familia Prosopistomatidae

Esta es una familia muy pequeña que comprende un reducido número de especies del género *Prosopistoma* Latreille que ocurre en Europa y Madagascar. Los adultos, que aún no han sido bien estudiados, se caracterizan por presentar una venación sumamente simple y patas reducidas. Las náyades son de forma ovalada, aplanada y presentan adaptaciones para adherirse a las rocas en aguas de corriente rápida. El mentum está bien desarrollado y cubre las piezas bucales, en tanto que las branquias traqueales están cubiertas por una expansión elitriforme del mesotórax que cubre también la mayor parte del abdomen (Raven 1990).

c.2 Suborden Schistonota

c.2.1 Superfamilia Baetoidea

a. Familia Ameletopsidae

Los insectos de esta familia tienen cuerpos grandes y robustos, sus náyades exceden los 20 mm de largo. Las náyades pueblan los ríos de corrientes con aguas rápidas e intermedias. Estos insectos se desarrollan en los ríos con fondos de piedra con buenos niveles de oxígeno, sus náyades son carnívoras. Estos presentan grandes ojos y branquias en la parte superior del cuerpo con forma de placas; su abdomen se divide en muchos filamentos que le dan aspecto de flecos de pelos. El color de las náyades varía entre el café oscuro y el negro brillante; cabeza grande con ojos de colores marcados (Ordoñez 2010).

b. Familia Ametropodidae

Es una pequeña familia holártica, en que las alas de los adultos están provistas de numerosas venas longitudinales y transversales. Presentan 3 filamentos caudales y los harpagones constan de 4 segmentos de los cuales los dos basales son relativamente largos en comparación con los apicales. Las náyades son sub-cilíndricas. El género más conocido es *Ametropus* Albar. El grupo no está representado en la región neotropical (Raven 1990).

c. Familia Baetidae

Es una familia numerosa, de dispersión cosmopolita. En la mayoría de las especies los adultos son pequeños y delicados con alas hialinas. Las alas anteriores pueden presentar áreas más oscuras a lo largo del margen costal y generalmente están provistas de pocas venas transversales. Alas posteriores fuertemente reducidas o ausentes. Adultos con solo dos filamentos caudales. Harpagones 4 segmentados. En muchas especies se observa un marcado dimorfismo sexual, especialmente en lo referente a coloración y tamaño (Raven 1990).

d. Familia Oniscigastridae

Los insectos de esta familia tienen cuerpos aerodinámicos y miden alrededor de 12 a 15 mm de largo. Las náyades pueblan los ríos de aguas más lentas y otros cuerpos de aguas permanentes. Estos insectos proliferan en los ríos con fondos arenosos y se alimentan de detritus. El color de las náyades varía entre el café oscuro al verde oscuro (Ordoñez 2010).

e. Familia Siphonuridae

Está compuesta por un numeroso grupo de especies grandes, los adultos que pueden medir hasta 45 mm de expansión alar, presentan dos pares de alas con abundante venación y dos filamentos caudales. Los machos tienen los ojos compuestos divididos y harpagones compuestos de 4 segmentos, de los cuales el basal es ancho, en tanto el segundo el largo y arqueado. Las náyades se caracterizan por presentar una cabeza relativamente pequeña y patas poco desarrolladas. Las branquias traqueales son aplanadas y aun laminadas. Los tres filamentos caudales presentan pubescencia larga; el filamento medio puede ser más corto que los cercos. Viven en aguas de corriente rápida o en cataratas y algunas especies se han adaptado a condiciones frías y ocurren en lagos y ríos en zonas montañosas (Raven 1990).

c.2.2 Superfamilia Heptagenioidea

a. Familia Coloburiscidae

Presente en Australia, América del Sur y Nueva Zelanda, conocida a partir de un género monotípico que se distribuye en los bosques subantárticos norpatagónicos. De tamaño

mediano, sus náyades pueden distinguirse por la ausencia de branquias y los adultos por las alas posteriores relativamente grandes, con una o más nervaduras bifurcadas, CuP del ala anterior levemente recurvada o recta y uñas tarsales de un par, iguales entre sí (Pessacq 2009).

b. Familia Heptageniidae

En este grupo los ojos compuestos de los adultos no están divididos. Presentan dos pares de alas, aunque las alas posteriores en algunas especies están considerablemente reducidas. Los tarsos de las patas posteriores están compuestos de 5 artejos, y el abdomen presenta solo dos filamentos caudales. Las náyades se caracterizan por presentar cabeza grande y cuerpo aplanado con 2 o 3 filamentos caudales casi desnudos. Las patas y las branquias traqueales son aplanadas. Se desarrollan en aguas de corriente rápida, donde se les puede observar adheridas a rocas u otros objetos sumergidos (Raven 1990).

c. Familia Isonychiidae

Las náyades de esta familia usualmente se localizan en áreas de remanso de los ríos y arroyos, con frecuencia entre paquetes de hojas y otro material de detritus; siendo buenas nadadoras y en parte de hábitos carnívoros (McCafferty 1998). Las náyades tienen forma semejante a la de un “pececillo” y se parecen a las de la familia Baetidae; aunque las patas de esta última familia carecen de setas largas en su superficie interna de las patas anteriores, típica de las náyades de Isonychiidae. Además, también están relacionadas con la familia Oligoneuriidae, con quienes comparten el carácter de setas largas en las patas anteriores y a su vez se diferencian por que presentan tres filamentos caudales y no dos como los Oligoneuriidae (Flowers y De La Rosa 2010).

d. Familia Oligoneuriidae

Sus miembros presentan alas anteriores grandes y triangulares con pocas venas longitudinales y un reducido número de venas trasversales. Alas anteriores pequeñas, sin venas trasversales. Las patas son de tamaño reducido y frecuentemente no son funcionales. Abdomen con 3 filamentos caudales, de las cuales el medio es relativamente corto; harpagones trisegmentados con el segmento basal largo y incurvado. Las náyades son alargadas, cilíndricas, con branquias traqueales poco desarrolladas. Patas anteriores largas con borlas de pelos en el aspecto interno. En el

ápice del abdomen presentan 3 filamentos de las cuales el medio es más corto que los cercos (Raven 1990).

c.2.3 Superfamilia Leptophlebioidea

a. Familia Leptophlebiidae

Los adultos tienen alas hialinas, las alas posteriores son muy pequeñas o están completamente ausentes. Los machos presentan ojos compuestos dorsales relativamente grandes y prominentes y tienen 5 artejos en los tarsos de las patas anteriores; en cambio, las patas medias y posteriores y todas las patas de las hembras presentan solo 4 artejos en los tarsos por la fusión del artejo basal con la respectiva tibia. El abdomen está provisto de 2 o 3 filamentos caudales sumamente largos, observándose en algunas especies que los machos solo portan dos filamentos en tanto que las hembras tienen tres. Las náyadas son alargadas y algunas son aplanadas y anchas. Las antenas son relativamente largas; los filamentos caudales son casi tan largos como el cuerpo y tienen todos la misma longitud. Las branquias traqueales son laminares o filiformes y plumosos. Generalmente las que se desarrollan en aguas de corriente rápida, tienen el cuerpo ancho y aplanado con branquias laminares, lo que les permite adherirse a las piedras a manera de ventosas (Raven 1990).

c.2.4 Superfamilia Ephemeroidea

a. Familia Behningiidae

Es un grupo holártico que no está representado en la región neotropical (Raven 1990).

b. Familia Ephemeridae

Comprende especies cuyos adultos presentan alas anteriores grandes, bien desarrolladas; en tanto que las alas posteriores son relativamente pequeñas. Los filamentos caudales, presentes en número de 2 o 3, son largos. Los harpagones están compuestos de 4 segmentos de los cuales el segundo es el más desarrollado y está fuertemente arqueado. Las náyadas son alargadas, cilíndricas y ligeramente más angostas hacia ambos extremos. Las mandíbulas están arqueadas hacia afuera. Antenas relativamente largas y cubiertas de borlas de pelos. Las patas presentan

adaptaciones de tipo fosorio para penetrar en el lodo. Estos insectos se desarrollan solo en aguas estancadas o semi estancadas cuyo fondo está cubierto de lodo (Raven 1990).

c. Familia Euthyplociidae

Las efímeras de esta familia son las más grandes de América Central. Las náyades son llamativas y están entre las más grandes del medio ambiente dulceacuícola. Sus mandíbulas tienen colmillos largos y delgados, los cuales están cubiertos por setas largas. Las patas son delgadas y no están modificadas para excavar. Las branquias de los segmentos abdominales 2-7 son bifurcadas y tienen márgenes con flecos; las del primer segmento están reducidas (Flowers y De La Rosa 2010).

d. Familia Palingeniidae

Este es un pequeño grupo, predominantemente palaeártico, en que las alas están provistas de numerosas venas longitudinales y transversales. Machos con harpagones 4 segmentados. Las náyades se caracterizan por presentar mandíbulas dentadas y prominentes, así como tibias anteriores de tipo fosorio. Entre las especies mejor conocidas se puede mencionar a *Palingenia longicauda* Olivier que mide hasta 3 mm de longitud. El grupo solo está representado en la región neotropical con las especies *Palingenia atrostoma* (Weber) que ha sido registrado en Brasil (Raven 1990).

e. Familia Polymitarcyidae

Este es un grupo ampliamente dispersado, especialmente en la región Etiópica y Neotropical. Algunas especies son cosmopolitas. Adultos con dos filamentos caudales y alas posteriores de tamaño reducido. Machos con harpagones encurvados compuestos de cuatro segmentos (Raven 1990).

Las náyades viven en madrigueras en forma de "U", las cuales excavan en las orillas de los ríos o las charcas. Dentro de sus madrigueras, las náyades ondulan sus branquias para producir una corriente, la cual lleva agua fresca y partículas de alimento a la madriguera. Las náyades filtran dichas partículas del agua usando las setas largas de sus patas anteriores. A menudo se ven los adultos alrededor de las luces. Debido a la falta de patas funcionales, estos adultos no pueden volver a despegar después de aterrizar en el suelo (Flowers y De La Rosa 2010).

f. Familia Potamanthidae

Comprende un número reducido de especies que predominantemente ocurren en la región Palaearctico e Indo-Malaya. En este grupo las patas anteriores de los machos son tan largas como el resto del cuerpo. Los harpagones son trisegmentados, con el segmento basal muy largo y encurvado. Las náyades, que viven sobre piedras cubiertas de lodo o en el fondo fangoso de aguas de poca corriente, tienen mandíbulas cortas, branquias traqueales largas y bífidas y 3 filamentos caudales de tamaño igual. El grupo está representado en la región neotropical con dos especies del género *Potamanthus* Pictet registradas en Argentina (Raven 1990).

d. Importancia

El orden Ephemeroptera ha sido considerado por muchos autores como uno de los órdenes más sensibles a la contaminación del agua, junto con Plecoptera y Trichoptera. Sin embargo, dentro del orden, los diferentes géneros muestran una gran variedad de tolerancias a las condiciones ambientales. Por ejemplo, en los Heptageniidae, el género *Epeorus* está limitado a las aguas rápidas, limpias y bien oxigenadas, pero el género *Stenonema* puede encontrarse en ríos tibios, lentos y con alguna contaminación. En las familias Baetidae, Caenidae y Leptohyphidae, se encuentran tolerancias amplias a la temperatura y, hasta cierto punto, a la contaminación. Sin embargo, ninguna especie de Ephemeroptera puede sobrevivir niveles altos de contaminación (Flowers y De La Rosa 2010).

Constituye un elemento de gran importancia en muchos hábitats de agua dulce, tanto en sistemas lóticos como lénticos. La baja tolerancia a la contaminación que exhiben muchas especies ha permitido considerarlas como de gran importancia en el contexto de la bioindicación (Domínguez *et al.* 2001).

A pesar de que presentan diferencias en cuanto a su tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno, un gran número de familias de este orden son buenos indicadores de la calidad del ecosistema y poseen generalmente gran sensibilidad a condiciones ácidas (Ladrera 2012).

Los Efemerópteros como consumidores primarios, son un componente importante de la fauna bentónica, tanto en número de individuos como en biomasa. Procesan una cantidad importante de materia orgánica, ya sea triturando las partículas grandes, o

filtrando las pequeñas. Por otro lado, por medio de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre. Muchos predadores terrestres (aves, murciélagos, insectos, etc.) consumen una gran cantidad de adultos durante los periodos de emergencia, vuelo nupcial y ovoposición. Debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia diferencial de las diferentes especies a distintos grados de contaminación o impacto ambiental, han sido utilizados desde hace ya algún tiempo como indicadores biológicos de calidad de aguas (Alba-Tercedor 2015).

2.2.2 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.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación fue realizada en la cuenca El Ronquillo, ubicada al norte del Perú, en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca ((78.56W-78.6W)/(7.19S-7.13S)) al oeste de la ciudad, con un área de 40,54 km² y con altitudes entre los 2735 hasta 4300 msnm (Chuquiruna y Cotrina, 2008).

La cuenca del ronquillo comprende los caseríos de Sexemayo lote II, Cushunga, Chamis Alto y Carhuaquero, anteriormente pertenecían a la ex hacienda del Señor Lorenzo Sauce Iglesias, dedicadas al pastoreo, principalmente de ovinos y vacunos. Es reconocida políticamente desde el año 1962 por causa de la reforma agraria, está delimitada por:

- El Norte con Porcón Alto y Porcón Bajo.
- El Sur con Magdalena.
- El Este con la ciudad de Cajamarca.
- El 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 Ephemeroptera en sus diferentes estados de desarrollo.

3.2.2 Material de campo

- Equipo de protección personal.

- 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.
- 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.
- Red D-Net.
- Red Surber.
- 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) de 100 m de longitud cada una, en ellas se tomaron 3 muestras al azar en 10 m de longitud, empezando desde la zona baja hacia la zona alta haciendo un total de seis 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.

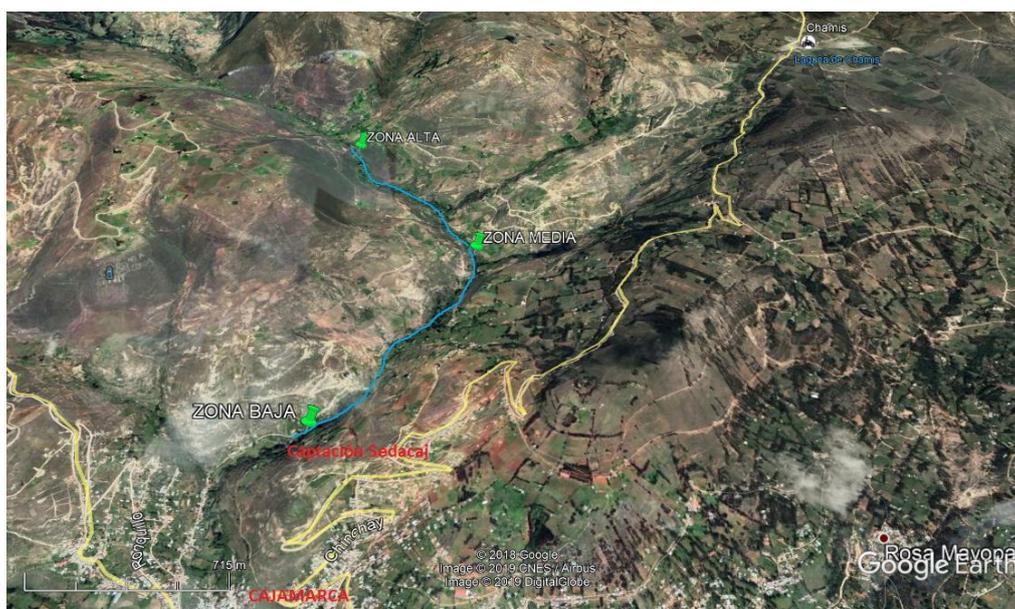


Figura 2. Zonas de evaluación en la Cuenca El Ronquillo

b. Evaluación

Se realizaron evaluaciones quincenales en época de lluvia (noviembre a abril) y en época de estiaje (junio a octubre), de los insectos acuáticos del Orden Ephemeroptera, 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 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 colectar los insectos en la red. Esta operación se repitió 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 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. 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 inmaduros del Orden Ephemeroptera fue realizada empleando las claves taxonómicas para náyades de las familias del Orden Ephemeroptera de Sudamérica de Domínguez y Fernández (2009), luego se procedió con la redacción del trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Colecta de insectos del Orden Ephemeroptera

4.1.1 Método cualitativo

a. Red tipo D-net

Tabla 1. Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red tipo D-net en época de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo

Familia	Zona alta	Zona media	Zona baja
Baetidae	5	30	64
Leptophlebiidae	25	19	6

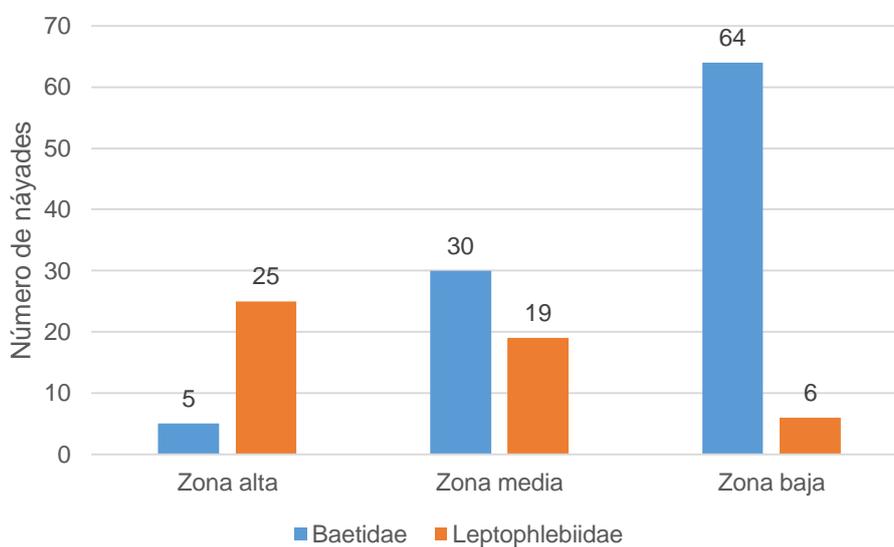


Figura 3. Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red tipo D-net en época de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo

En la Tabla 1 y Figura 3, se observa que las náyades de la Familia Baetidae fueron colectadas en menor número (5 individuos) en la zona alta, en tanto, que en la zona baja se registró el mayor número (64 individuos). Así mismo, las náyades de la Familia Leptophlebiidae, en menor número (6 individuos) fueron colectadas en la zona baja y el mayor número (25 individuos) en la zona alta.

Tabla 2. Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red tipo D-net en época de lluvia (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo

Familia	Zona alta	Zona media	Zona baja
Baetidae	5	24	51
Leptophlebiidae	25	23	15

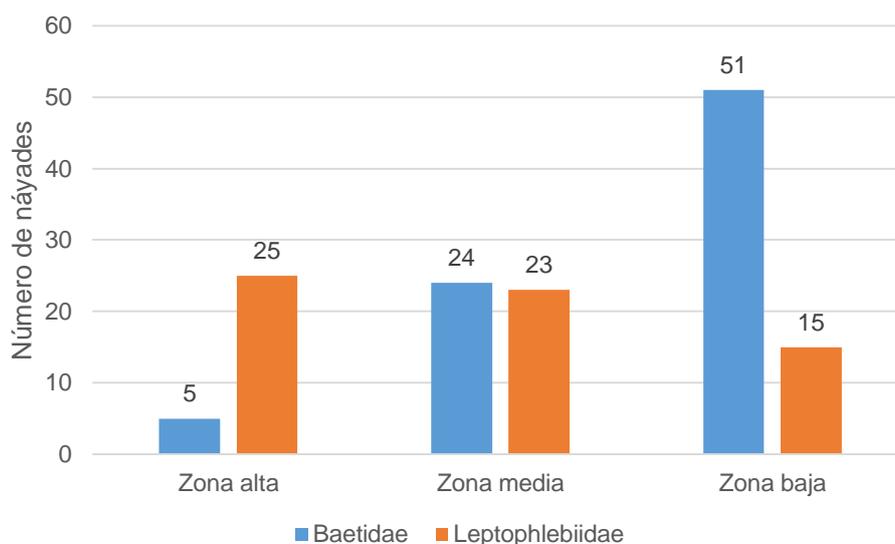


Figura 4. Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red tipo D-net en época de lluvia (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo

En la Tabla 2 y Figura 4, se observa que las náyades de la Familia Baetidae fueron colectadas en menor número (5 individuos) en la zona alta, en tanto, que en la zona baja se registró el mayor número (51 individuos). Así mismo, las náyades de la Familia Leptophlebiidae, en menor número (15 individuos) fueron colectadas en la zona baja y el mayor número (25 individuos) en la zona alta.

4.1.2 Método cuantitativo

a. Red surber

Tabla 3. Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red surber en época de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo

Familia	Zona alta	Zona media	Zona baja
Baetidae	5	19	35
Leptophlebiidae	33	20	8

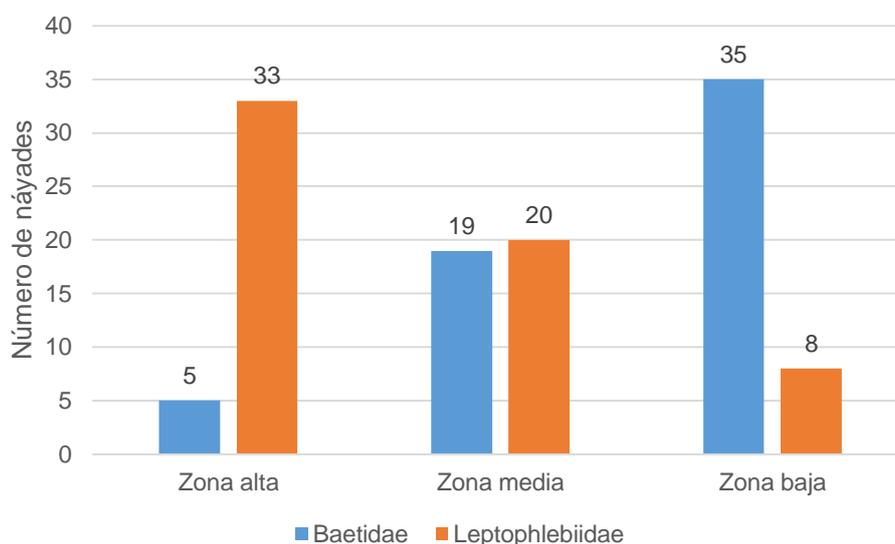


Figura 5. Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red surber época de estiaje (junio a octubre) en la Cuenca El Ronquillo

En la Tabla 3 y Figura 5, se observa que las náyades de la Familia Baetidae fueron colectadas en menor número (5 individuos) en la zona alta, en tanto, que en la zona baja se registró el mayor número (35 individuos). Así mismo, las náyades de la Familia Leptophlebiidae, en menor número (8 individuos) fueron colectadas en la zona baja y el mayor número (33 individuos) en la zona alta.

Tabla 4. Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red surber en época de lluvia (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo

Familia	Zona alta	Zona media	Zona baja
Baetidae	3	13	27
Leptophlebiidae	12	10	3

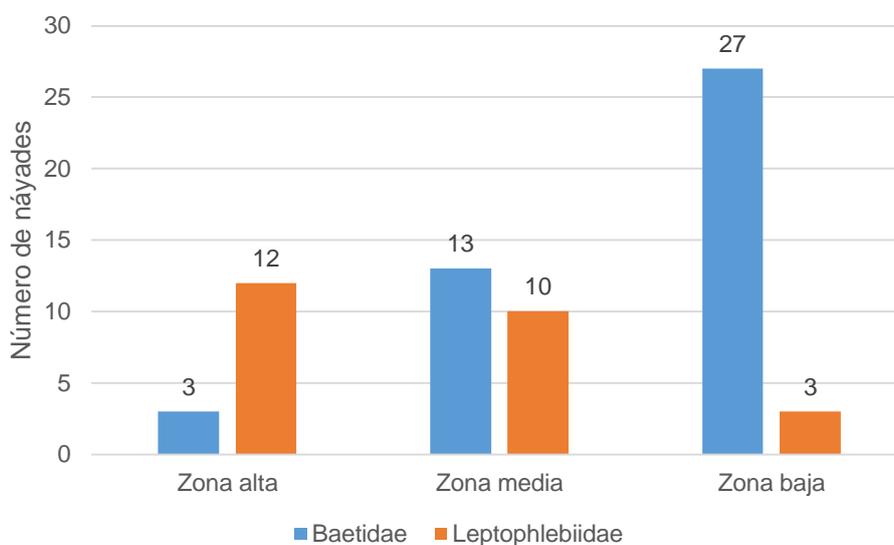


Figura 6. Promedio de náyades del Orden Ephemeroptera colectadas con red surber época de lluvia (noviembre a abril) en la Cuenca El Ronquillo

En la Tabla 4 y Figura 6, se observa que las náyades de la Familia Baetidae fueron colectadas en menor número (3 individuos) en la zona alta, en tanto, que en la zona baja se registró el mayor número (27 individuos). Así mismo, las náyades de la Familia Leptophlebiidae, en menor número (3 individuos) fueron colectadas en la zona baja y el mayor número (12 individuos) en la zona alta.

4.2 Identificación taxonómica

4.2.1 Suborden Schistonota

a. Superfamilia Baetoidea

a.1 Familia Baetidae

a.1.1 Ecología

Las náyades son buenas nadadoras, fueron observadas en aguas limpias, oxigenadas, con presencia de vegetación acuática, sobre sustrato pedregoso, arenoso, lodoso. Se encontraron en mayor abundancia en la zona baja de evaluación, debido a la presencia de aguas cálidas, en tanto, que la menor abundancia fue registrada en la zona alta de evaluación, caracterizada por sus aguas frías.

Al respecto Roldán (1988), indica que las náyades viven generalmente en aguas lólicas bien oxigenadas debajo de troncos, rocas, hojas, adheridos a vegetación sumergida y en fondos arenosos. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas. Son herbívoras y se alimentan de algas y tejidos de plantas acuáticas. Constituyen una parte importante en la dieta alimenticia de peces. Las náyades son generalmente raspadoras o recolectoras, alimentándose de una variedad de algas y detritus (Flowers y De la Rosa 2010).

a.1.2 Morfología

a. Cabeza

Es redondeada de tipo hipognata y de consistencia esclerotizada, presenta un par de antenas largas de tipo filiforme, cuya longitud es dos o más veces el ancho de la cabeza, poseen dos grandes ojos compuestos ubicados laterodorsalmente y tres ocelos u ojos simples.

De igual forma, Domínguez y Fernández (2009), menciona que tienen ocelos laterales posteriores a los extremos de las ramas laterales de la sutura epicranial, labio con glosa y paraglosa largas y estrechas, palpos maxilares y labiales trisegmentados, sin branquias en la base de las maxilas, mandíbulas y maxilas no fuertemente modificadas para depredar, clípeo no fusionado a la frente.

b. Tórax

El protórax es pequeño y móvil de color marrón amarillento, mesotórax muy desarrollado y fusionado al metatórax, cada segmento cuenta con un par de patas robustas, de color

marrón amarillento con fémures bien desarrollados, que terminan en una uña, a modo de garra que le sirve para adherirse a las rocas.

c. Abdomen

De color marrón amarillento con los márgenes más claros, presenta branquias abdominales laterales en los segmentos 1 al 7, de forma ovalada a manera de láminas, de color amarillo claro a casi transparente, con presencia de venación ramificada; presenta dos cercos y un filamento caudal medio multisegmentados; el filamento caudal medio es más corto que los cercos.

Al respecto, Domínguez *et al.* (2001) y Roldán (1988), indican que los baetidos presentan agallas abdominales ovaladas o acorazonadas, lamelas simples, dobles o triples, nunca terminando en filamentos; márgenes interiores de las agallas usualmente enteras, raramente divididos.

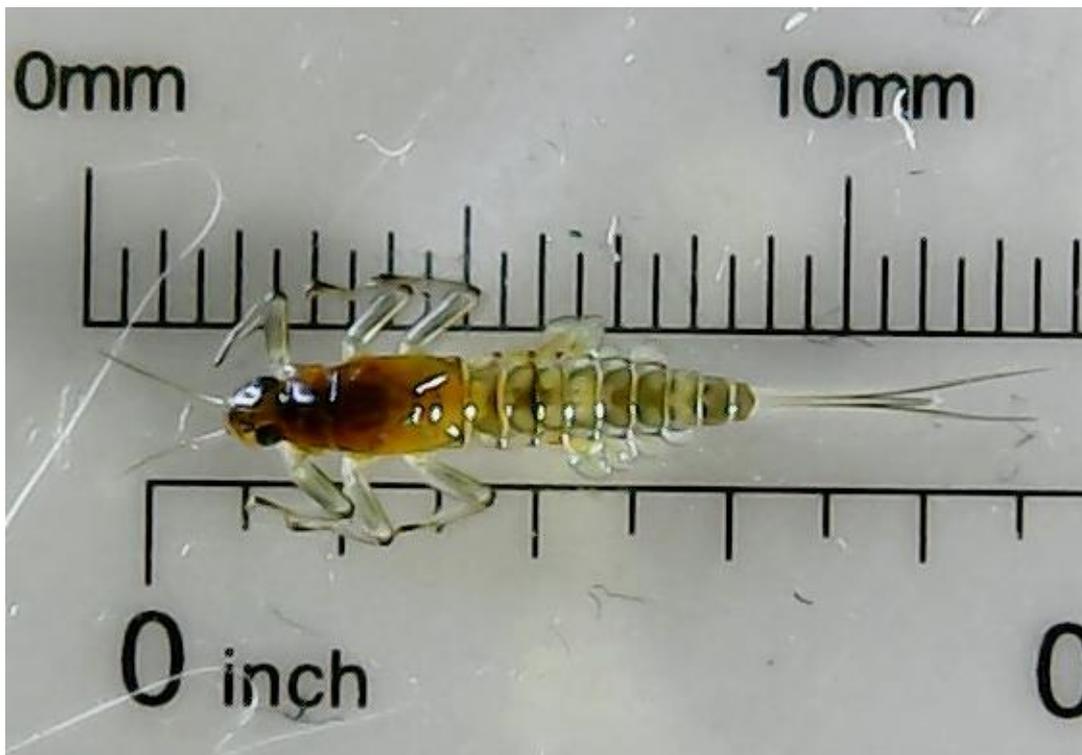


Figura 7. Vista dorsal de la náyade de *Baetis* sp.

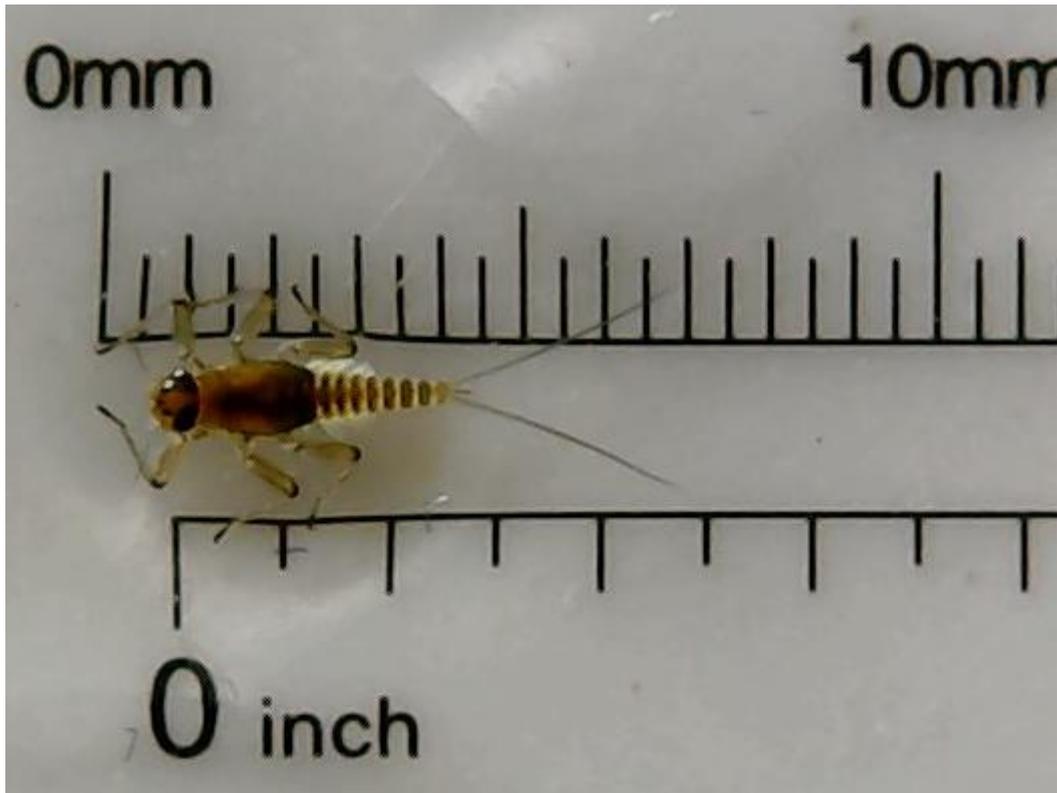


Figura 8. Vista dorsal de la náyade de *Baetodes* sp.

4.2.2 Suborden Schistonota

a. Superfamilia Leptophlebioidea

a.1 Familia Leptophlebiidae

a.1.1 Ecología

La mayor abundancia de náyades fue registrada en la zona alta de evaluación, debido a la poca actividad humana y a la presencia de aguas frías, siendo menor su abundancia en la zona baja de evaluación, debido a la presencia de actividad humana, pues son sensibles a la contaminación.

Al respecto, McCafferty (1998) refiere que la familia Leptophlebiidae es considerada por algunos autores como uno de los más sensibles a diferentes niveles de contaminación del agua, por el cual viven en aguas limpias y bien oxigenadas, habitan muchos tipos de corrientes y sustratos, pueden encontrarse adheridas en rocas, troncos, hojas o

vegetación sumergida, bajo piedras. Se alimentan de detritos y algas, unas pocas son omnívoras y tienen hábitos recolectores, raspadores y filtradores.

a.1.2 Morfología

a. Cabeza

Es de forma más o menos cuadrada achatada de tipo prognata y esclerotizada, con un patrón de coloración castaño rojizo con manchas oscuras, presenta un par de antenas largas filiformes, ojos compuestos grandes de color negro, y ubicadas latero-dorsalmente y 3 ocelos en la parte central, los palpos maxilares y labiales son trisegmentados. Al respecto, Domínguez y Fernández (2009), indica que el cípeo esta fusionado a la frente, y las mandíbulas y maxilas no están fuertemente modificadas para depredar.

b. Tórax

Dorsalmente es de color castaño rojizo con manchas negras, el protórax, es pequeño, móvil y esclerotizado, mesotórax muy desarrollado y fusionado al metatórax. Cada segmento cuenta con un par de patas robustas, con fémures bien desarrollados de color marrón amarillento revestidas con pelos o espinas, que terminan en una única uña, a modo de garra modificada que utiliza para desplazarse arrastrándose o por reptación en el fondo del agua.

c. Abdomen

Es de color castaño rojizo con manchas negras en los márgenes laterales, presenta branquias abdominales entre los segmentos 2 al 7; posee dos cercos y un filamento caudal medio multisegmentados, de color amarillo claro, generalmente el filamento caudal medio es más grande que los cercos.

Domínguez y Fernández (2009), indica que presenta branquias abdominales variables, pero generalmente compuestas de una lámina ventral y una dorsal (excepto *Magallanella*); y Lehmkuhl (1979), indica que presenta branquias bifurcadas, o en forma de un manojito de filamentos o bi-lameladas con bordes de flecos o en forma de doble lamina que terminan en punta.

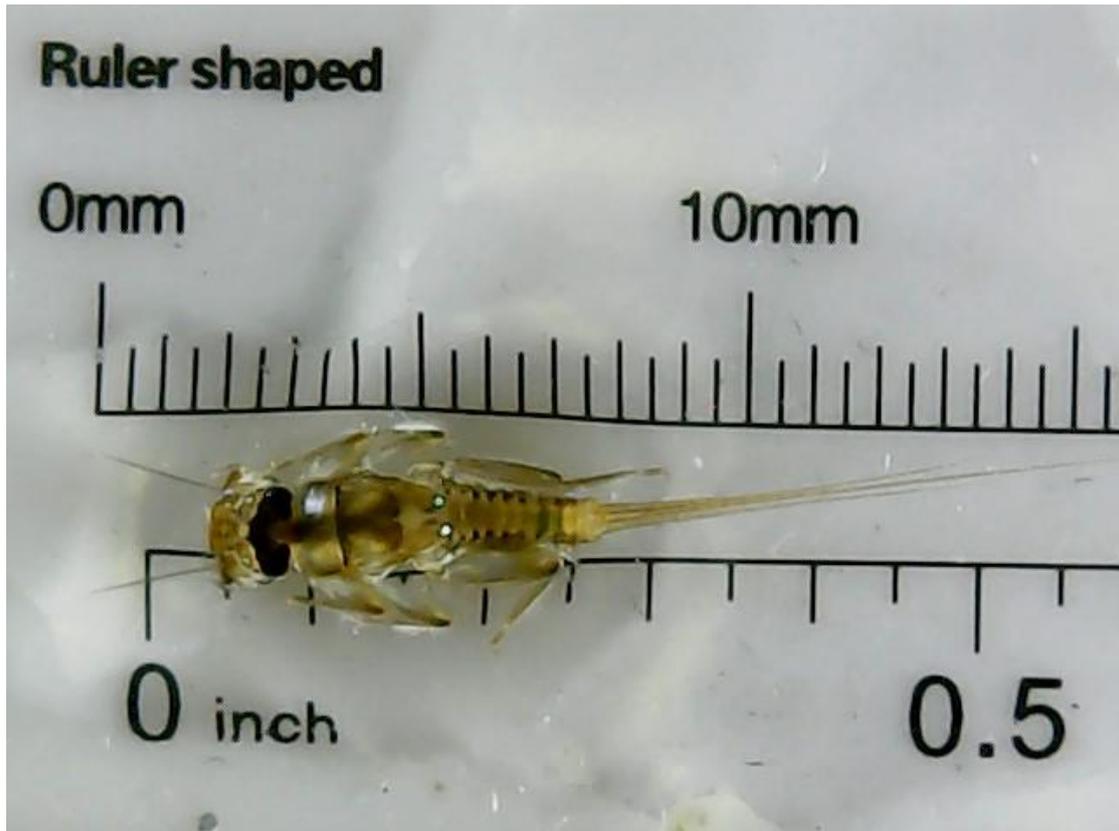


Figura 9. Vista dorsal de la náyade de *Thraulodes* sp.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En la cuenca El Ronquillo en época de lluvia y en época de estiaje, fueron identificadas taxonómicamente las siguientes familias: Baetidae (94 náyades) y Leptophlebiidae (66 náyades). La densidad poblacional y distribución de náyades del Orden Ephemeroptera, fue diversa, pues las náyades de la familia Leptophlebiidae, fueron observadas en las zonas alta y media, debido a la presencia de aguas limpias y bien oxigenadas, en tanto, las náyades de la familia Baetidae, son observadas en la zona baja, debido a la presencia de aguas poco oxigenadas.

CAPÍTULO VI

LITERATURA CITADA

- Acosta, R; Ríos, B; Rieradevall, M; Prat, N. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (C.E.R.A.) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*. Vol. 28, 1, p. 35-64.
- Alba-Tercedor, J. 2015. Clase insecta: Orden Ephemeroptera. *Ibero Diversidad Entomológica* (Sociedad Entomológica Aragonesa). (40):1-17.
- Barber, H; Gattolliat, J; Sartori, M; Hubbard, M. 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 339-350.
- Chuquiruna, M; Cotrina, S. 2008. Diagnóstico socioecológico: la jalca de la microcuenca el ronquillo. Cajamarca, Perú. 66 p.
- Domínguez, E; Hubbard, M; Pescador, M; Molineri, C. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional del Tucumán. Argentina Buenos Aires. 219 p.
- Domínguez, E. 2006. Ephemeroptera de América Del Sur. Pensoft Publishers. pp. 17-24.
- Domínguez, E; Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y Biología*. Fundación Lillo, Tucumán, Argentina, 655p.
- Flowers, R; De La Rosa, C. 2010. Ephemeroptera. *Revista de biología tropical* 58 supl. 4:63-93.
- Forero, A; Gutiérrez, C; Reinoso, G. 2016. Composición y estructura de la familia Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) en una cuenca andina colombiana. Colombia. *Hidrobiológica* 26 (3): 459-474.
- Gutiérrez, C; Reinoso, G. 2010. Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia: listado preliminar. *Biota Colombiana*, vol. 11, núm. 1-2, 2010, pp. 23-32.

- Hilsenhoff, W. 1991. Diversidad and classification on insects and Collembola, en J.H. Thorp y A.P. Covich (eds.). Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. EUA: Academic Press. Pp. 593-663.
- Jáuregui, H. 2018. Evaluación de Macroinvertebrados como Bioindicadores en la calidad de agua en la Quebrada Corrientillo. San Juan Bautista - Iquitos. 2018. Tesis Ingeniero. Perú. UNAP. 75 p.
- Ladrera, R. 2012. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos; 16 p.
- Lehmkuhl, D. 1979. How to know the aquatic insects. The Pictured Key Nature series. W.M. C. Brown Company Publishers. Ephemeroptera. Dubuque, Iowa. U.S.A. pp. 48-74.
- McCafferty, W. 1998. Aquatic Entomology. The fishermen's and ecologists illustrated Guide to insects and their relatives. Jones and Bartlett Publishers. Sudbury, Massachusetts. U.S.A. Illustrations by Provonsha, A. W. Chapter 7: Mayflies (Order Ephemeroptera). 91-124 pp.
- Miñano, J. 2017. Composición y estructura de la comunidad de Ephemeroptera (Insecta) en quebradas de baja y de gran altitud. Tesis Biólogo. Cusco - Perú. UNMSM. 167 p.
- Muñoz, C. 2016. Caracterización fisicoquímica y biológica de las aguas del río Grande Celendín - Cajamarca. Tesis ingeniero. Perú. UNC. 109 p.
- Ordoñez, R. 2010. Entomología para la pesca con mosca: Ephemeroptera. Chile. 15 p.
- Palomino, P. 2017. Macroinvertebrados acuáticos bentónicos (MAB) y su relación con la calidad del agua en el río Mashcón-Cajamarca, 2016. Tesis Ingeniero. Perú. UPN. 153 p.
- Pessacq, P. 2009. Estado de conocimiento del orden Ephemeroptera en la Patagonia. Sociedad Entomológica Argentina. 68(1-2):155-161.

- Peters, W; Campbell, I. 1991. Ephemeroptera. In: The Insects of Australia. A textbook for students and research workers. Second edition. Div. Entomology Csiro. 1:279-293.
- Pescador, M; Hubbard, M; Zuñiga, M. 2001. The Status of the Taxonomy of the Mayfly (Ephemeroptera) Fauna of South America, pp. 37-42. En: E. Domínguez (Ed.) Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academics/Plenum Publishers, New York.
- Raven, K. 1990. Ordenes Ephemeroptera, odonata y plecoptera. Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Reinoso, G. 1998. Ephemeropteros (Arthropoda: Insecta) del río Combeima en el trayecto comprendido entre Juntas y el Totumo, Ibagué, Trabajo de grado (Magister en Biología). Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias. Bogotá Colombia. s.n.
- Roldán, G. 1988. Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados del Departamento de Antioquia. Colombia. Editorial Presencia LTDA. Bogotá. 217 p.
- Romero, D; Tarrillo, H. 2017. Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca, durante agosto, diciembre 2016 y marzo 2017. Tesis Ingeniero. Perú. Universidad de Lambayeque. 109 p.
- Rozo, M; Salinas, L. 2015. Inventario del orden Ephemeroptera (Insecta) en la quebrada Coquital, Serranía de Tripogadí, Departamento del Chocó, Colombia. Entomotropica 31(1): 1-13.
- Sajamí, J. 2015. Distribución espacio-temporal de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera (Insecta) en una quebrada de primer orden, bosque montano. Tesis Bióloga. Junín, Perú. UNMSM. 143 p.
- Thomas, J; Trueman, J; Rambaut, A; Welch, J. 2013. Relaxed phylogenetics and the Palaeoptera problem: resolving deep ancestral splits in the insect phylogeny. Systematic Biology 62 (2): 285-297.

Whitlock, D. 1994. A Guide to aquatic trout food. Swan Hill Press. Norte America. 216 p.

Zúñiga, M; Rojas, A; Caicedo, G. 1995. Memorias Seminario de invertebrados acuáticos y su utilización en estudios ambientales. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, Colombia. 211 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 10. Método cuantitativo de colecta empleando red Surber



Figura 11. Método cualitativo de colecta empleando red tipo D-net



Figura 12. Zona de evaluación alta



Figura 13. Zona de evaluación media



Figura 14. Zona de evaluación baja



Figura 15. Náyade de la Familia Leptophlebiidae adherida a una roca



Figura 16. Branquias abdominales de náyade de la Familia Baetidae



Figura 17. Branquias abdominales de náyade de la Familia Leptophlebiidae

GLOSARIO

Aguas salobres: Es aquella que tiene más sales disueltas que el agua dulce, pero menos que el agua de mar. Técnicamente, se considera agua salobre la que posee entre 0,5 y 30 gramos de sal por litro, expresados más frecuentemente como de 0,6 a 30 partes por mil.

Antena filiforme: Es aquella que está compuesta por varios artejos, los cuales mantienen su diámetro a lo largo de esta, semejando un pedazo de hilo.

Bentos: Comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos. El bentos se distingue del plancton y del necton, formados por organismos que habitan en la columna de agua.

Branquias: Órganos de respiración de animales acuáticos, como peces e insectos acuáticos.

Cabeza hipognata: Es aquella cuyas piezas bucales se insertan en la parte inferior.

Cabeza prognata: Es aquella cuyas piezas bucales se insertan en su parte anterior.

Campodeiforme: Larva de cuerpo alargado y algo aplanado dorsoventralmente. Las antenas y los cercos están por lo general bien desarrollados lo mismo que las patas que son adaptadas para correr o nadar.

Ciclo biológico: Es un conjunto de fenómenos o cambios que experimenta un organismo (o sucesión lineal de organismos) hasta el punto de partida donde comenzaría una nueva serie de cambios.

Contaminación: Es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que éste sea inseguro o no apto para su uso. El medio puede ser un ecosistema, un medio físico o un ser vivo.

Cosmopolita: Que puede hallarse en cualquier lugar del mundo.

Detritívoros: A veces también llamados saprófagos, descomponedores o detritófagos, obtienen su alimentación de detritos o materia orgánica en descomposición. Los detritívoros constituyen una parte importante de los ecosistemas porque contribuyen a la descomposición y al reciclado de los nutrientes.

Ecosistema: Es un sistema biológico constituido por una comunidad de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan.

Efímero: Que dura poco tiempo o es pasajero.

Epibionte: Es un organismo sésil que vive encima de otro ser vivo.

Esclerito: Área esclerotizada del exoesqueleto delimitado por suturas o por membranas.

Exuvia: Es la cutícula o cubierta exterior, abandonada por los artrópodos tras la muda.

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.

Hemimetábolo: O paurometabolismo, también llamado metamorfosis incompleta, es un término utilizado para describir el modo de desarrollo de ciertos insectos que incluye únicamente tres fases: huevo, náyade e imago o adulto. Este tipo de metamorfosis implica cambios graduales con la ausencia de la etapa de pupa. La náyade a menudo se parece al adulto, tiene ojos compuestos y patas desarrolladas; pero no tiene alas ni órganos sexuales maduros (funcionales).

Holártico: Hace referencia a los hábitats encontrados en los continentes boreales del mundo como un conjunto. Es una región que se divide en la ecozona paleártica, consistente en África del Norte y toda Eurasia, con la excepción del sudeste asiático y el subcontinente indio, y la ecozona Neártica, que comprende toda Norteamérica hasta el norte de México.

Holometábolo: Tipo de metamorfosis en lo 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.

Léntico: Son cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir. Comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua; es decir, aguas estancadas sin ningún flujo de corriente, como los lagos, las lagunas, los esteros y los pantanos.

Lótico: Es el ecosistema de un río, arroyo o manantial, en el cual el movimiento del agua es predominantemente en una dirección, siguiendo el curso que tenga el cuerpo, afectado por factores físicos como: pendiente, caudal, profundidad, sinuosidad, entre otros.

Maxilas: Apéndices bucales que se encuentran detrás de las mandíbulas; consta de: cardo, estipe, galea, lacinia y palpos.

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

Neártica: Es una de las ocho ecozonas terrestres que dividen la superficie de la tierra. La ecozona del Neártico cubre la mayoría de Norteamérica, incluyendo Groenlandia y las montañas de México.

Neotrópico: Es una ecozona de la tierra que abarca Sudamérica, América Central, Caribe, Florida del Sur y la zona sur de México. Se diferencia de la ecozona Neártica por la flora y la fauna, debido al desprendimiento temprano de esta región de las tierras del hemisferio norte.

Náyade: Etapa inmadura que, a diferencia de las larvas, son similares a los adultos, de los que difieren por la falta de madurez de las gónadas (órganos sexuales productores de los gametos).

Ocelos: Son pequeñas estructuras fotorreceptoras presentes en muchos animales, que sirven para detectar los cambios en la intensidad de la luz.

Omnívoros: Son aquellos que se alimentan tanto de animales como de plantas. Son comedores oportunistas y generalistas, que no están específicamente adaptados para comer y digerir ni material vegetal, ni carne exclusivamente.

Ovipositor: También llamado oviscapto u ovopositor, es un órgano usado por las hembras de muchos insectos para depositar huevos. Consiste de apéndices o gonopodios de los segmentos 8 y 9 del abdomen.

Oxígeno disuelto: Es el oxígeno que está disuelto en el agua. Esto se logra por difusión del aire del entorno, la aireación del agua que ha caído sobre saltos o rápidos; y como un producto de desecho de la fotosíntesis.

Pteroteca: Cubierta externa de las alas en el estado pupal. Parte o fragmento de la crisálida que protege el ala de un insecto, puede ser el mismo élitro en el caso de los coleópteros.

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.

Sésil: Se usa en zoología para referirse a un organismo acuático que crece adherido o sujeto al sustrato, del cual no se separa ni se desplaza.

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