

**COMUNIDAD DEL ORDEN TRICHOPTERA (INSECTA), EN DOS
ZONAS CON DISTINTO GRADO DE INTERVENCIÓN DE LA
QUEBRADA LA VIEJA, EN LOS CERROS ORIENTALES DE
BOGOTÁ- COLOMBIA**

Paula Andrea Ramírez Lozano

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Biólogo

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE CIENCIAS - PROGRAMA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ D.C

2017

**COMUNIDAD DEL ORDEN TRICHOPTERA (INSECTA), EN DOS
ZONAS CON DISTINTO GRADO DE INTERVENCIÓN DE LA
QUEBRADA LA VIEJA, EN LOS CERROS ORIENTALES DE
BOGOTÁ- COLOMBIA**

Paula Andrea Ramírez Lozano

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Biólogo

Director:

Ph.D. Rodolfo Ospina Torres

Profesor asociado al departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE CIENCIAS - PROGRAMA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ D.C

2017

HOJA DE APROBACIÓN

Rodolfo Ospina Torres
Director

Álvaro Eduardo Flórez Daza
Jurado

Arturo Liévano León
Jurado

Mónica Andrea Castillo Aguilar
Jurado

30 de Mayo del 2017- Bogotá D.C

AGRADECIMIENTOS

A mi director, el Dr. Rodolfo Ospina, por su constante guía, su gran apoyo, paciencia y comprensión durante todo este proceso. También por haberme brindado la oportunidad de trabajar en este proyecto y de aprender.

A la Bióloga, Patricia Jaime, por brindarme todo su apoyo, sus consejos y sus enseñanzas, y por estar siempre dispuesta a ayudarme desinteresadamente en todo lo relacionado con este trabajo.

Al Dr. Wolfram Mey, quién fue de gran ayuda para mí al guiarme y por la determinación de los especímenes adultos, sin su ayuda no hubiera sido posible concretar este trabajo.

A la empresa de acueducto de Bogotá por su ayuda para el ingreso y permanencia en la zona de reserva.

A mi padre, Gerardo Ramírez, que fue mi soporte emocional, físico y financiero en todo este proceso.

A mi familia, quien siempre me brindó su constante apoyo.

NOTA DE SALVEDAD

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, sólo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Bases teóricas.....	21
2.2.1. Orden Trichoptera.....	21
2.2.1.1. Larvas.....	22
2.2.1.2. Pupas.....	24
2.2.1.3. Adultos.....	25
2.2.2. Distribución espacial y temporal.....	27
2.2.3. Índice de calidad del bosque de ribera: QBR.....	28
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	30
4. JUSTIFICACIÓN.....	30
5. OBJETIVOS.....	32
5.1. Objetivo general.....	32
5.2. Objetivos específicos.....	32
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33

6.1. Área de estudio.....	33
6.1.1 Régimen de lluvias.....	34
6.2. Colecta del material biológico.....	35
6.3. Determinación del material biológico.....	36
6.4. Índice QBR.....	37
6.5. Sustratos.....	37
6.6. Índices ecológicos.....	38
6.7. Características fisicoquímicas y bacteriológicas.....	38
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
7.1 Características fisicoquímicas y bacteriológicas.....	40
7.2 Sustratos.....	41
7.3 Índice QBR.....	45
7.4 Morfoespecies de larvas.....	45
7.4.1. <i>Atopsyche sp1.</i>	46
7.4.2. <i>Atopsyche sp2.</i>	46
7.5 Comunidad de Trichoptera.....	49
7.5.1. Comunidad de larvas.....	49
7.5.2. Comunidad de adultos.....	51
7.6 Variación espacial.....	53

7.6.1 Larvas.....	53
7.6.2. Adultos.....	58
7.7. Variación temporal.....	62
7.7.1. Larvas.....	62
7.7.2 Adultos.....	67
7.8. Relación machos y hembras.....	71
7.9 Índices ecológicos.....	73
7.9.1 Larvas.....	73
7.9.2 Adultos.....	74
8. CONCLUSIONES.....	76
9. RECOMENDACIONES.....	77
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
11. ANEXOS.....	91

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

	Pág
Tabla 1. Rangos de la calidad de la ribera según el índice QBR.....	37
Tabla 2. Clasificación del Índice de calidad de aguas (ICA).....	39
Tabla 3. Valores de las variables fisicoquímicas evaluadas en el tramo bajo y el tramo medio de la quebrada La Vieja y valores obtenidos según la clasificación del “ICA” propuesto por Brown. (Oxígeno disuelto en el agua (OD), nitratos (NO ₃), coliformes fecales, pH, fosfatos (PO ₄), sólidos totales disueltos (TDS), demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) y turbidez).....	41
Tabla 4. Abundancia absoluta y relativa de las larvas del orden Trichoptera registradas para la quebrada La Vieja, durante los meses de Junio a Diciembre de 2016.....	50
Tabla 5. Abundancia absoluta de los adultos del orden Trichoptera por especie, género y familia, registradas para la quebrada La Vieja, durante los meses de Junio a Diciembre de 2016.....	52
Tabla 6. Abundancia relativa de larvas por género, familias y microhábitat (C: Cascajo, S+H: Sedimento con Hojarasca y R+M: Roca con musgo), para el tramo medio de la quebrada La Vieja.....	54

Tabla 7. Abundancia relativa de larvas por género, familias y microhábitat (C: Cascajo, S+H: Sedimento con Hojarasca, R: Roca y Ra: Raíces), para el tramo bajo de la quebrada La Vieja.....	57
Tabla 8. Número de individuos adultos y especies obtenidas en el tramo medio y en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.....	59
Tabla 9. Abundancia relativa de larvas registradas por familia y género en cada mes de muestreo para el tramo medio.....	63
Tabla 10. Abundancia relativa de las larvas registrados por familia y género en cada mes de muestreo para el tramo bajo.....	66
Tabla 11. Abundancia relativa por especie, género y familia durante los meses de muestreo en el tramo medio de la quebrada La Vieja.....	67
Tabla 12. Abundancia relativa por especie para cada mes de muestreo en el tramo bajo de la quebrada.....	70
Tabla 13. Número de individuos por sexo para cada especie durante los meses de muestreo en el tramo medio de la quebrada La Vieja (M: machos/ H: hembras).....	71
Tabla 14. Número de individuos por sexo para cada especie durante los meses de muestreo en el tramo medio de la quebrada La Vieja (M: machos/ H: hembras).....	73
Tabla 15. Variación temporal de riqueza de Margalef (D') de las larvas del orden Trichoptera en la Quebrada La vieja durante los meses de muestreo.....	73
Tabla 16. Variación temporal de riqueza de Margalef (D') de los adultos del orden Trichoptera en la Quebrada La vieja durante los meses de muestreo.....	74
Figura 1. Microcuenca quebrada La Vieja.	34
Figura 2. Régimen de lluvias durante el año 2016 en la ciudad de Bogotá.	35

Figura 3. Mapa de sustratos con la distribución, porcentaje y metros de cobertura en el tramo medio de la quebrada La Vieja.....	43
Figura 4. Mapa de sustratos con la distribución, porcentaje y metros de cobertura en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.....	44
Figura 5. Morfología general de larva de <i>Atopsyche sp1</i> . (a) Cuerpo vista lateral. (b) Cabeza en vista lateral. (c) Cabeza en vista dorsal.....	47
Figura 6. Morfología general de larva de <i>Atopsyche sp2</i> . (a) Cuerpo vista lateral. (b) Cabeza en vista lateral. (c) Cabeza en vista dorsal	48
Figura 7. Abundancia absoluta de larvas por género en cada uno de los microhábitats (C: Cascajo, S+H: Sedimento con Hojarasca y R+M: Roca con musgo), en el tramo medio de la quebrada La Vieja.....	55
Figura 8. Abundancia absoluta de larvas por género en cada uno de los microhábitats (C: Cascajo, S+H: Sedimento con Hojarasca, R: Roca, Ra: Raíces) en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.....	58
Figura 9. Abundancia absoluta de los géneros de larvas de Trichoptera para cada mes de muestreo en el tramo medio de la quebrada La Vieja.....	64
Figura 10. Abundancia relativa de los géneros de larvas de Trichoptera para cada mes de muestreo en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.....	66
Figura 11. Abundancia absoluta de las especies del Orden Trichoptera colectadas durante los meses de junio a diciembre en el tramo medio de la quebrada La Vieja.....	68
Figura 12. Abundancia absoluta de las especies del Orden Trichoptera colectadas durante los meses de junio a diciembre en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.....	70

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A: Valores obtenidos en el índice QBR para el tramo medio de la quebrada La Vieja.....	91
Anexo B: Valores obtenidos en el índice QBR para el tramo bajo de la quebrada La Vieja.....	92
Anexo C: Tramo bajo de la quebrada La Vieja.....	93
Anexo D: Tramo medio de la quebrada La Vieja.....	94
Anexo E: Adultos de Trichoptera encontrados en la quebrada La Vieja.....	96

RESUMEN

Los tricópteros son un grupo de insectos acuáticos de gran importancia que ha sido ampliamente utilizado en la indicación de la calidad ambiental debido a su gran diversidad ecológica, su abundancia y su riqueza taxonómica. Sin embargo, en la región neotropical los estudios se han enfocado principalmente en la investigación de los estados inmaduros, por lo cual este es uno de los primeros trabajos en el cual se hacen esfuerzos por involucrar los estados adultos del orden. Con el fin de evaluar la composición de la comunidad de Trichoptera en dos zonas con distintos grado de intervención, ubicadas en la quebrada La Vieja a través de la variación espacial y temporal, se realizaron muestreos desde junio hasta diciembre del año 2016 en la cuenca media y en la cuenca baja de la quebrada. Se tomaron muestras de bentos en los microhábitats presentes en cada zona y también muestras de deriva. La captura de adultos se realizó con trampa de luz negra. Además, de manera general se midieron variables ambientales a escala hábitat y tramo. La composición taxonómica y la abundancia difirió entre la zona conservada y la zona perturbada sin embargo sus atributos son comparables a quebradas altoandinas de condiciones similares. La diferencia entre ambos tramos parece estar dado el efecto de la intervención antrópica y la parcial interrupción en la conectividad del bosque ripario, que podría estar influyendo en la dispersión y el establecimiento de las poblaciones de tricópteros. Las características fisicoquímicas del agua parecen no influir en este caso ni tampoco la complejidad de los sustratos, pues las condiciones del agua en ambos tramos son muy similares. Igualmente se presentaron diferencias entre los meses que parecen estar relacionadas con los eventos de sequias y precipitaciones.

Palabras claves: Comunidad, grado de intervención, tramo bajo, tramo medio, Trichoptera.

ABSTRACT

The caddisflies are a group of aquatic insects of great importance that has been widely used in the indication of the environmental quality due to its great ecological diversity, its abundance and its taxonomic wealth. However, in the Neotropical region, studies have focused mainly on the investigation of immature states, and this is one of the first works in which efforts are made to involve adult states of order. In order to evaluate the composition of the community of Trichoptera in two zones with different degree of intervention, located in the La Vieja stream, through the spatial and temporal variation. Samples were collected in the middle and in the low basin. Benthic samples were taken in the microhabitats present in each zone and also samples of drift. The capture of adults was done with a black light trap. In addition, environmental variables were generally measured at the habitat and tranche scale. The taxonomic composition and abundance differed between the conserved area and the disturbed zone, however its attributes are comparable to high Andean stream of similar conditions. The difference between the two sections seems to be given the effect of anthropic intervention and the partial interruption in the connectivity of the riparian forest, which could be influencing the dispersion and establishment of the populations of tricópteros. The physicochemical characteristics of the water do not seem to influence in this case nor the complexity of the substrates, since the water conditions in both sections are very similar. There were also differences between the months that seem to be related to the events of droughts and precipitations.

Key words: Community, degree of intervention, low basin, middle basin, Trichoptera.

1. INTRODUCCIÓN

El orden Trichoptera es uno de los más diversos, abundantes y con mayor rango de distribución dentro del grupo de los insectos, pues está ampliamente distribuido por todas las regiones biogeográficas, excepto en la Antártida (Holzenthal et al., 2007). En el mundo hay descritas 14.548 especies de tricópteros aproximadamente, agrupadas en 616 géneros y 49 familias (Morse, 2017), de las cuales para Colombia sólo se han registrado 208 especies válidas (incluyendo 1 subespecie), agrupadas en 45 géneros y 13 familias de las 2.197 especies que han sido validadas para la Región Neotropical (Muñoz, 2000).

Conjuntamente con Ephemeroptera y Plecoptera, los tricópteros son considerados como uno de los órdenes más importantes en el monitoreo del estado de los ecosistemas acuáticos debido a su riqueza taxonómica, diversidad ecológica, abundancia, y su bajo rango de tolerancia a sistemas contaminados hacen de este orden un excelente indicador de calidad de agua y de integridad ecológica (Dohet, 2002).

Diversos Estudios han sugerido que la diversidad de la comunidad de tricópteros refleja el estado de conservación de las microcuencas que habitan. Por lo tanto, podría esperarse que en áreas perturbadas la diversidad, la abundancia y el recambio de las especies sea menor (Latorre et al, 2014).

En Colombia, estos insectos son de interés en estudios taxonómicos y ecológicos, sin embargo, las investigaciones están enfocadas casi exclusivamente al conocimiento de los estados inmaduros (Roldán, 2016). Los trabajos de Flint (1991) y de Wolff, Matthias & Roldán (1988), son los únicos en el país en los cuales se han incluido el estudio de los estados

adultos de tricópteros, por lo tanto, este trabajo hace parte de los pocos esfuerzos que se han realizado en donde se involucran todos los estados del orden en el estudio las comunidades.

En Bogotá, específicamente en la Quebrada La Vieja se han reportado únicamente 15 géneros de larvas de Trichoptera. Este es un sitio estratégico para el estudio de estos organismos, ya que se encuentra ubicado en los cerros orientales, que cuentan con una amplia red hídrica de microcuencas y cuencas que recorren su extensión y son de importancia en el manejo del recurso hídrico (Bejarano, 2014).

Aunque esta quebrada cuenta con un gran valor ecológico y de que parte de su cuenca se encuentra protegida, luego de un proceso de más de medio siglo de recuperación (Bejarano, 2014), los procesos de expansión de la ciudad de Bogotá, pueden llegar a modificar considerablemente las condiciones fisicoquímicas y biológicas del agua, así como el bosque ripario y la conectividad de los ecosistemas de esta zona (González, 2015). Por lo cual, es de gran importancia avanzar en la investigación de las comunidades bioindicadoras en el cual se incluye el orden Trichoptera. Estos esfuerzos serán fundamentales en la búsqueda de alternativas para el aprovechamiento óptimo del recurso hídrico y mantenimiento de la biota.

En el presente trabajo, se aborda el estudio de la composición de la comunidad del orden Trichoptera en dos zonas con distinto grado de intervención en la Quebrada La Vieja. En ambos tramos se realizó la comparación de las variables ambientales más importantes que pueden influir sobre las comunidades de tricópteros.

Esta investigación hace parte del macroproyecto “Insecto únicos en ecosistemas únicos: Ejemplos en díptera, trichoptera y lepidóptera, en los páramos de Colombia” que se enmarca

en un convenio de la Universidad Nacional de Colombia y el Museo de Historia natural de
Berlín.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes

En Colombia, se han realizado trabajos sobre Limnología que contienen información básica sobre las familias y los géneros de macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores (Roldán & Ramírez, 2008; Ospina & Liévano, 2007). Además, este grupo ha sido empleado ampliamente y estudiado por las consultorías ambientales en el monitoreo de la calidad de aguas, que se incluye en los estudios de impacto y planes de manejo ambiental (Sánchez, 2014).

A pesar de la importancia del orden Trichoptera por su gran riqueza, abundancia y su amplia distribución en los ambientes acuáticos, en la región Neotropical las investigaciones del orden en las que se incluyen los adultos han sido pocas. En Colombia su conocimiento en taxonomía, distribución y ecología es muy incompleto, porque la mayor parte de las investigaciones se han centrado principalmente en los estados inmaduros, teniendo en cuenta que la asociación de estos últimos con sus estados adultos aún se desconoce en casi todas las especies registradas en el país (Alonso et al., 2014). Por tal motivo, la taxonomía para larvas y/o pupas actualmente en el país sólo es posible categorizarlas hasta el nivel taxonómico de género.

Sin embargo, en la última década, diversos autores han realizado aportes importantes en el registro y descripción de nuevos géneros y especies en la región andina del país, que a diferencia del resto de las regiones naturales del país posee varios estudios del orden, colecciones de referencia e inventarios para estados inmaduros y adultos (Roldán, 2016).

La familia Hydropsychidae es la de mayor distribución y diversidad en Colombia registrada hasta el momento, seguida de Leptoceridae e Hydroptilidae (Reinoso, 1999. Muñoz, 2004. Guevara et al., 2005, 2007. Reinoso et al., 2007, 2008. Vásquez et al., 2010. Vásquez & Reinoso, 2012 y Vásquez et al., 2013; en Roldán, 2016).

Algunas de las investigaciones que más han contribuido para el conocimiento de estas familias, géneros y especies en el país y en el Neotrópico corresponden a: Honzenthall (1988), Flint (1978, 1991), Flint & Wallace (1980), Flint & Honzenthall (1995), Blahnik (1995), Muñoz (1997) y Honzenthall & Blahnik (1998).

Uno de los trabajos más destacados es el de Flint (1991), en el cual detalla aspectos fenológicos, faunísticos y taxonómicos de los de los tricópteros de Antioquia. En este mismo estudio hace la descripción de una nueva especie *Mortoniella roldani*.

En la investigación de Wolf et al, (1988), se estudiaron los estados adulto del orden Trichoptera; se basó en el análisis del desarrollo de los insectos acuáticos, sus periodos de emergencia y las variables fisicoquímicas de los cuales dependían.

El conocimiento que se tiene en el país sobre la fauna de tricópteros y de macroinvertebrados acuáticos en general, aún no permite llegar a una exactitud en la técnica para emplearlos en la evaluación del verdadero estado del ecosistema, pues no se conoce a detalle la estructura de las comunidades, sus microhábitats y nichos ecológicos (Zelada, 2012).

En los últimos años en Bogotá, específicamente en la Quebrada La Vieja, se han realizado investigaciones enfocadas a conocer la comunidad de Macroinvertebrados y sus características ecológicas. De este modo, un primer trabajo corresponde a Rodríguez et al

(2007), donde se estimó la variación en la densidad de deriva de Macroinvertebrados acuáticos y su aporte de materia orgánica en términos de biomasa de diferentes estados inmaduros e imagos, durante eventos de altas y bajas precipitaciones; en un tramo de la Quebrada, se halló que durante los periodos de menor precipitación la densidad de deriva y el aporte de biomasa fueron mayor. El género *Triplectides* aportó la mayor cantidad de biomasa a la deriva (Rodríguez et al., 2007).

Así mismo, en esta quebrada se han estudiado los grupos funcionales de Macroinvertebrados, relacionados con la estructura de la comunidad en medidas de biomasa por grupos funcionales y su variabilidad en diferentes sustratos recurriendo a datos de densidades, relación biomasa/ abundancia, riqueza e índices de diversidad (Ospina, 2004).

Dentro de los resultados se obtuvo que en términos generales los colectores fueron los más predominantes; para los tricópteros dentro de este grupo funcional sólo se registró el género *Smicridea*, seguido por los raspadores, con el género *Helicopsyche* como único representante del orden Trichoptera; mientras que en menor proporción de abundancia y biomasa se presenta en trozadores con los géneros *Contulma* y *Phylloicus* (Ospina, 2004).

Estos trabajos abarcan una parte de la composición y estructura de la comunidad de tricópteros, empleando los estados inmaduros presentes en la quebrada. Lo cual resulta un aporte importante, como base del conocimiento para un estudio de este tipo, donde se hace énfasis en los estados adultos del orden.

Por último, González (2015) realizó una investigación para determinar los efectos de la canalización, sobre los ensamblajes de los tricópteros presentes en la quebrada. Para ello utilizó un método de comparación entre dos áreas con distintos grados de perturbación y

evaluó las respuestas basadas en rasgos que describen el comportamiento y las adaptaciones de los individuos, y el grado de homogeneización funcional causado por la canalización.

En ese trabajo se aborda de manera comparativa el efecto de la intervención, en el ensamblaje de tricópteros de la quebrada. Se encontró que ciertos géneros se vuelven dominantes, como resultado de los cambios ambientales causados por una parcial canalización, en comparación con los sitios no perturbados (González, 2015).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Orden Trichoptera

El orden Trichoptera pertenece al grupo de órdenes de insectos llamados macroinvertebrados acuáticos, en los cuales la totalidad de las especies depende del medio acuático para su desarrollo (Springer, 2010).

Los organismos de este orden son insectos holometábolos y su ciclo de vida dura alrededor de un año, pasan por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto, de los cuales solamente el último es terrestre (Springer, 2006).

Las poblaciones de ambientes tropicales generalmente tienen varias generaciones por año (multivoltinos), las cuales se traslapan resultando en la presencia de diferentes etapas larvales el mismo tiempo y hábitat. (Springer, 2010). En algunas especies, las hembras forman enjambres encima o en cercanía del cuerpo de agua y luego ponen sus huevos dentro del agua o bien en la vegetación encima de la superficie, de donde las larvas caen al agua una vez que salen de los huevos. Los huevecillos son puestos en grupos y envueltos en una masa gelatinosa que los protege (Springer, 2010).

2.2.1.1 Larvas

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 (Resh & Rosenberg 1984). Las larvas de la mayoría de las familias de estos insectos fabrican refugios que construyen con seda usando algunos elementos de su alrededor, estos refugios pueden ser tan variados como la cantidad de materiales que emplean para su construcción, este refugio les sirve como protección de las corrientes y en algunos casos para obtener el alimento; también hay larvas de vida libre y depredadoras, aunque se pueden encontrar entre las larvas de Trichoptera todos los diferentes tipos de alimentación (Mosquera & Bejarano, 2006). Estas casas portátiles y la ausencia de ellas son de gran utilidad en la identificación de las familias y los géneros (Ospina y Liévano, 2007).

La localización de la antena en relación con el ojo, la esclerotización torácica, la morfología de las branquias, la estructura mandibular, la morfología de las patas y la estructura de la casa, la forma de los pigopodos (pseudopatas anales), forma del abdomen y estructuras sobre el mismo, forma de las uñas caudales, entre otros, son importantes para identificar las diferentes familias y géneros (Rincón, 1998).

Los caracteres para la separación de especies a menudo implican diferencias en el patrón setal y en la morfología, y patrones de color en la cabeza y tórax, pero la mayoría de las especies son desconocidas o no asociadas en la fase larval, excepto en Norteamérica y Japón donde las etapas larvales son mucho más conocidas (Mathis 1997, Williams y Wiggins 1981 en Holzenthal et al., 2007).

En la taxonomía se reconocen tres subórdenes Annulipalpia, Integripalpia y Spicipalpia (Wiggins, 2004). Los nombres de estos subórdenes hacen referencia a caracteres relacionadas 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 (Holzenthall et al., 2007).

Los Annulipalpia comprenden 8 familias con larvas que se movilizan ágilmente, mediante el uso de propatas anales bien desarrolladas y que construyen refugios fijados al sustrato, usando redes de seda de captura, para filtrar materia orgánica fina o partículas más grandes, dependiendo del tamaño de malla. El comportamiento de la pupación anulipalpiana es variado. La mayoría construye una pequeña cámara de fragmentos minerales o vegetales, revestidos internamente con seda, adyacentes al refugio o modificados de él; puede tener un capullo de seda suelto girado dentro, unido o libre del refugio (Holzenthall et al., 2007).

El suborden Spicipalpia incluye especies con diferentes hábitos larvales y un total de 4 familias. Las larvas de vida libre no construyen casas. Por lo general, son carnívoros y se arrastran sobre el sustrato para buscar cazar a las presas. Ocasionalmente segregan seda para protegerse. Finalmente, construyen un capullo pupal de seda totalmente cerrado y con las paredes formando una membrana semipermeable (Springer, 2006).

Las larvas de Integripalpia, que contiene 33 familias, todas construyen casas tubulares. Sin embargo, pueden estar hechas de materiales y formas particulares en varias especies. La larva extiende su cabeza y patas hacia el extremo anterior de la casa mientras se alimenta y se arrastra sobre el sustrato. Para aumentar el tamaño de la casa, agregan material al extremo anterior con cada instar larvario, eventualmente pupan dentro de esta, modificándola ligeramente. (Springer, 2006. Holzenthall et al., 2007).

2.2.1.2 Pupas

Las pupas de Trichoptera son del tipo exarate o libre ya que las distintas partes del cuerpo se reconocen con facilidad y las antenas, piezas bucales, patas y alas se encuentran en desarrollo libre. Las mandíbulas son dectivas en la mayoría de las familias, generalmente se cruzan apicalmente y apuntan hacia adelante. Las antenas se encuentran ventrolateralmente a lo largo del tórax y el abdomen (Neboiss, 1991).

Las patas torácicas suelen tener pelos de natación. El abdomen lleva remanentes de las branquias larvales y tienen placas en forma de gancho pareadas dorsalmente que ayudan a la pupa a salir del refugio de pupas. El abdomen termina en un par de procesos anales que, junto con el número, la disposición y la morfología mandibular, ayudan a diagnosticar las diferentes familias (Ivanov y Sukatcheva, 2002). La respiración es a menudo por branquias abdominales filamentosas y presenta una disminución de mandíbulas adultas, con pérdida de articulación mandibular (Ivanov y Sukatcheva 2002). Los capullos pupales, los construyen incorporando arena y pequeños fragmentos de hojas y ramas, cada género o incluso especie tiene un estilo particular. (Weaver, 1984 en Holzenthal et al., 2007).

Como en la gran mayoría de los insectos acuáticos, la emergencia se da en horas del crepúsculo (especialmente al atardecer) o en la noche. 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, también vibraciones del sustrato (Springer, 2010).

2.2.1.3 Adultos

Los adultos de este orden son terrestres y se asemejan a las polillas. Sin embargo, el poseer pelos en las alas en lugar de escamas, característica que le da el nombre al orden (trichos: pelos; ptera: alas) permite diferenciarlos (Holzenthall et al., 2007). Así como la gran longitud de las antenas de algunas especies y la disposición de sus alas dobladas en forma de techo encima del cuerpo mientras están en reposo pero en algunos grupos se mantienen planos como los de la mayoría de los lepidópteros (Holzenthall et al., 2007).

Además, de estos caracteres, las partes bucales son las más importantes en la diferenciación del orden, pues están reducidas. Las mandíbulas están ausentes o son vestigiales pero no funcionales; los palpos labiales y maxilares son prominentes y se componen de 3 a 5 segmentos respectivamente, no obstante, estos pueden verse modificados en los machos, presentando una segmentación reducida y/o tener modificaciones sexuales secundarias (Holzenthall et al., 2007).

La característica más importante de los tricópteros es el haustellum, el cual es una estructura única del orden. Esta pieza, se forma a partir de la fusión del ápice del labio y la hipofaringe; es membranoso en el ápice y posee canales que se forman a partir de hileras de pelos muy finos, que ayudan a absorber líquidos (Crichton, 1991, 1993 en Holzenthall et al., 2007).

La forma de las alas varia, pero las alas anteriores siempre son más largas que las alas posteriores. Los machos tienen frecuentemente modificaciones sexuales secundarias en las alas, como pliegues secundarios, hinchazones en la membrana, mechones largos de pelos (Holzenthall et al., 2007). La venación del ala es completa en los linajes más primitivos y la

disposición de estas en un carácter muy importante en la taxonomía de los géneros (Holzenthal et al., 2007). El mesotórax y metatórax son importantes taxonómicamente porque sus coxas y escleritos pleurales son portadores verrugas y escleritos (Tindall 1965).

Las patas son largas y delgadas, con las patas delanteras más cortas. En las hembras las tibias y los tarsos de las patas medias se han expandido, esto como una adaptación para poder nadar durante la ovoposición (Holzenthal et al., 2007). Las espuelas tibiales son evidentes y poseen tres en las patas delanteras (1 preapicales, 2 apicales) y 4 en las otras patas (2 preapicales, 2 apicales) en la condición más primitiva. Sin embargo, las reducciones y modificaciones en el número de espuelas y la morfología ocurren a lo largo del orden tal que la "fórmula de espuela" varía y es un importante carácter taxonómico (Baszio & Richter 2002).

Los genitales masculinos, son supremamente importantes, pues se utilizan para la determinación de las especies y para la determinación de algunos géneros. Están asociados a los segmentos abdominales 9 y 10, son conspicuos y complejos (Ivanov, 2005).

En cuanto a las hembras, carecen de un verdadero ovopositor, los segmentos abdominales terminales que pueden ser 8-10 ó 11 son alargados y terminan en un oviscapto protráctil, que sirve para colocar los huevos en el sustrato o en muchas ocasiones esta modificado en un aparato más corto que forma y mantiene los huevos en una masa (Honzenthal et al., 2007).

En términos generales, el tamaño de los adultos varía entre 1,5 a 45 mm de longitud (Honzenthal et al., 2007). La mayoría son de colores oscuros (café, negro, gris), esto es una adaptación que permite que se oculten durante el día entre la vegetación, aunque las especies de algunos géneros poseen colores claros y brillantes como amarillo, rojo, naranja,

verde, plata, azul o pelos iridiscentes (Honzenhal et al., 2007). Ese patrón de coloración en las alas con frecuencia permite el reconocimiento de las especies (Honzenhal et al., 2007).

2.2.2 Distribución espacial y temporal

La distribución espacial de las larvas de Trichoptera parece estar influida por parámetros ambientales tales como la velocidad de la corriente, parámetros fisicoquímicos (temperatura, oxígeno disuelto, sólidos totales y suspendidos), el tipo de sustrato y disponibilidad de alimento (García et al., 2016). Así mismo, la distribución de la comunidad varía con relación a las condiciones hidrológicas y geomorfológicas en diferentes escalas espaciales; drenaje, tramo y hábitat (Latorre et al., 2014). Entre ellos se encuentran los microhábitats que se definen como parches dentro de los sistemas de rápidos y pozones, que poseen tipos de sustrato, profundidad y velocidad de corriente relativamente homogéneos (Frissell et al., 1986).

Las comunidades de estos insectos responden también a cambios en el espacio y el tiempo. Si se habla de la estructura física y de la permanencia de la misma en el ambiente a una escala espacial pequeña, la duración de esta es bastante breve, pues las partículas que componen el sustrato son movidas por la corriente varias veces al año. En un nivel de estructura mayor como lo son los microhábitats (medidos en escala de centímetros) para una larva sésil o de poca movilidad, esta escala puede persistir de semanas a años. (Ward, 1989. Allan, 1995). A escala de microhábitat, la distribución y abundancia de los organismos está determinada por otros factores, como el tipo de sustrato, el caudal y la velocidad de la corriente (Wellnitz et al., 2001; Brooks et al., 2005), mientras que las variación en la composición química del agua, si bien sería relevante, poseería una menor significancia biológica (Allan, 1995).

Así mismo se ha documentado la variación temporal de los adultos relacionada directamente a las épocas de emergencia de las distintas especies en un ambiente determinado (Miserendino & Pizzolón, 2003, Brand & Miserendino, 2010) y su variación espacial, pues la riqueza y abundancia de los adultos del orden parece disminuir como consecuencia de los procesos de degradación y sedimentación y en algunos casos desaparición de los bosques riparios (Scarsbrook & Halliday, 1999. Brand & Miserendino, 2010).

De igual forma, se ha documentado que la riberas que presentan bosques nativos, tiene una mayor riqueza de adultos que los sitios con pasturas, plantaciones o bosques riparios intervenidos (Smith et al, 2002). El bosque ripario influencia la capacidad del ecosistema de albergar comunidades, ya que las zonas provistas de vegetación, pueden contener alta biodiversidad, y mayor densidad de poblaciones pues los organismos dependen estrechamente de este para poder completar sus ciclos de vida (Chará, 2003).

2.2.3 Índice de calidad del bosque de ribera: QBR (Qualitat de Bosc de Ribera)

El QBR es un índice, que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas. Es básicamente una medida de las diferencias existentes entre el estado real de las riberas y su estado potencial, de modo que el nivel de calidad es máximo sólo cuando las riberas evaluadas no presentan alteraciones debidas a la actividad humana (Munné et al., 1998. Munné et al., 2003. Posada et al., 2015)

Se estructura basa en la evaluación de cuatro bloques independientes, cada uno de los cuales valora diferentes componentes y atributos del sistema: 1) el grado de cobertura vegetal de las riberas; la calidad del ecosistema ribereño disminuye a medida que se pierde la

vegetación nativa y la conectividad con los ecosistemas adyacentes. 2) la estructura vertical de la cobertura, que se evalúa mediante el análisis de similitud existente entre la cobertura vegetal presente y la que debería ser propia del lugar de ribera. 3) la calidad y la diversidad de la cubierta vegetal, que se refiere a la naturalidad y la complejidad de la misma. La naturalidad se relacionada con las especies arbóreas nativas y la complejidad incluye diferentes elementos como la continuidad a lo largo del río de las comunidades vegetales, la disposición de estas y la existencia de distintas especies arbóreas y arbustivas, y 4) el grado de naturalidad del canal fluvial. En esta sección se tiene en cuenta no solo las modificaciones en el lecho fluvial, sino también, las alteraciones en las riberas (Munné et al., 1998. Munné et al., 2003. Posada et al., 2015).

En la puntuación del QBR suman todos los elementos que aportan cierta calidad al ecosistema de ribera, y resta todo aquello que supone un distanciamiento respecto a las condiciones naturales (Munné et al, 1998. Munné et al., 2003).

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la composición y estructura de la comunidad de Trichoptera (Insecta) en dos zonas con distinto grado de intervención en la Quebrada La Vieja, en los Cerros orientales de Bogotá- Colombia?

4. JUSTIFICACIÓN

Ante la importancia de los sistemas fluviales y el constante aumento de la presión sobre los ecosistemas por actividades antropogénicas, el conocimiento de la fauna de insectos acuáticos de Bogotá como los tricópteros, que son catalogados como grupo potencial bioindicador, debido a su extensa distribución y su dinámica poblacional susceptible a las alteraciones del hábitat (Holzenthall et al., 2007), especialmente en sitios estratégicos como la Quebrada La Vieja, se hace esencial ya que son de gran importancia en el seguimiento de la calidad ambiental y el desarrollo de planes de manejo, que permiten mantener la integridad ecológica de los ecosistemas.

Además, este orden es un componente importante en el flujo de energía y el reciclaje de materia en ríos, lagos y arroyos y ecosistemas riparios (Resh & Rosenberg 1984). Tanto los adultos como las larvas juegan papeles ecológicos importantes (Springer, 2010) y presentan una gran diversidad de adaptaciones tróficas. Así mismo, estos organismos explotan una gran variedad de microhábitats acuáticos (Flint et al., 1999).

Las especies de este grupo son útiles para determinar la existencia de degradación ambiental, tanto en tramos urbanos como en segmentos de ríos que atraviesan áreas sometidas a distintos usos del suelo, así como los efectos de contaminación orgánica en los ríos y quebradas, y los ecosistemas adyacentes, pues se presume que los cambios en el paisaje por causas antropogénicas como los cultivos, el pastoreo, urbanización y la deforestación, desviaciones, canalizaciones, entre otros, influyen y modifican las características de las cuencas directamente porque generan discontinuidades entre los ecosistemas (Latorre et al., 2014. Brand & Miserendino, 2010).

A pesar del incremento en el número de especies de tricópteros descritas y registradas en Colombia en las últimas dos décadas, los registros siguen siendo pocos (Flint, 1991; Flint et al, 1999; Muñoz, 2000) y aún se desconoce sobre la ecología de casi todas las especies. Los estudios a menudo se centran únicamente en los estados larvales de estos insectos y en su mayoría en las posibles relaciones con las condiciones fisicoquímicas del agua. Lo que evidencia que aún existen grandes vacíos en la investigación sobre los tricópteros en el país.

Por eso, este trabajo pretende contribuir en la adición de nuevos registros en cuanto a especies e información acerca de la ecología de los mismos, mediante el estudio de la composición de la comunidad del orden Trichoptera presente en la microcuenca Quebrada La Vieja.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la composición de la comunidad del orden Trichoptera en dos zonas con distinto grado de intervención de la quebrada La Vieja en los Cerros orientales de Bogotá.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar hasta la resolución taxonómica máxima posible los individuos encontrados, con el fin de hacer aportes a la taxonomía de la fauna de tricópteros existentes en la Quebrada La Vieja.

Establecer la composición de la comunidad de tricópteros en dos zonas con diferente grado de intervención en la Quebrada La Vieja y comparar sus atributos (riqueza y diversidad) en las zonas estudiadas.

Determinar la variación espacial y temporal de los adultos y los estados inmaduros de tricópteros en la Quebrada La vieja, con relación a la estructura del cauce y la disponibilidad de microhábitats.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

La quebrada la Vieja se encuentra ubicada en los Cerros orientales de Bogotá, más específicamente en la localidad de Chapinero (Figura 1). Su altitud máxima es de 3.100 m.s.n.m y su temperatura promedio es de 12°C. Esta microcuenca cuenta con una extensión de 242,751 hectáreas y desemboca en el río Arzobispo (Cano, 2010).

A lo largo de su cuenca es posible encontrar remanentes de sub-páramo en la parte alta y bosque andino en la parte media, el cual disminuye drásticamente en su parte baja, pues gran porcentaje de esta fue removida para dar paso a construcciones de calles y edificios (Bejarano, 2014). La cuenca media y la cuenta baja de la quebrada se encuentra dividida por la avenida Circunvalar, que cuenta con un túnel, donde se canalizan sus aguas para permitir el paso de los transeúntes. Ambas zonas se encuentran separadas entre sí por una distancia de 100 m aproximadamente.

Para este trabajo, se seleccionaron dos áreas con distinto grado de intervención; la primera corresponde a la cuenca media de la quebrada (Figura 1) ubicada en las coordenadas 4° 38' 59.12'' N y 74° 2' 53.75'' a 2666 m de altitud (GPS Garmin), y la segunda se situó en la cuenca baja de la quebrada (Figura 1) en las coordenadas 4° 39' 4.95'' N y 74° 3' 1.84'' O a 2660 m de altitud (GPS Garmin).

Figura 1. Microcuenca Quebrada La Vieja.

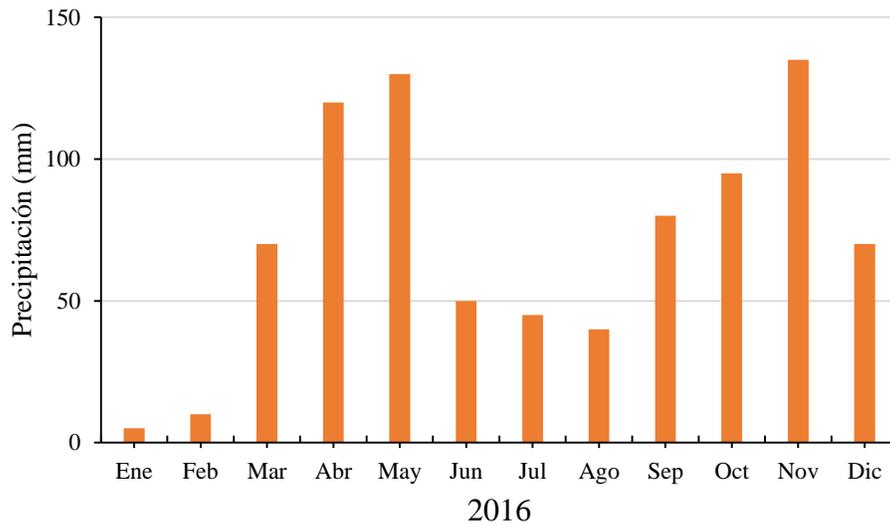


Fuente: Empresa de acueducto, agua y alcantarillado de Bogotá (2017).

6.1.1 Régimen de lluvias

Durante el año 2016, los meses de abril, mayo y noviembre fueron los de mayor precipitación con un promedio de 128 mm. Los meses de junio, julio y agosto se registraron como los más secos después de enero y febrero. Septiembre, octubre y diciembre tuvieron una precipitación moderada (Figura 2) (IDEAM, 2017).

Figura 2. Régimen de lluvias durante el año 2016 en la ciudad de Bogotá (Fuente: IDEAM)



6.2 Colecta de material biológico

Este trabajo se llevó a cabo entre los meses de junio y diciembre del 2016, con un programa mensual aproximadamente de colectas de larvas y adultos de tricópteros presentes en las zonas de estudio, para un total de 6 muestreos por cada tramo.

La toma de datos se realizó en dos tramos de 12 metros de la quebrada La Vieja. Se realizó la colecta de estados inmaduros para una posible asociación de los datos obtenidos con los adultos. Para esto se utilizó una red Thienemann, se realizó la remoción del sustrato durante 10 minutos y de esta manera se muestrearon los distintos microhábitats. En el tramo medio los microhábitats identificados fueron cascajo, sedimento, musgo, roca, hojarasca. En el tramo bajo se muestreo cascajo, sedimento, roca, hojarasca y raíces. Algunos microhábitats como roca y musgo, sedimento y hojarasca, fueron muestreados en conjunto ya que la disposición de los mismos en el medio hace casi imposible la distinción de estos durante el muestreo. También, se tomaron muestras de deriva que fue muestreada con una red de drift

durante 15 minutos. Las larvas colectadas se preservaron directamente en alcohol al 70% para su posterior determinación.

Por otra parte, para el muestreo de adultos se empleó una trampa de luz ultravioleta, ubicada a 10 metros del curso de agua, en el bosque de ribera. Consistió en un tubo fluorescente y una sábana, alimentados por una pequeña planta eléctrica, hacia donde fueron atraídos los insectos, estos se tomaron directamente para ser introducidos en cámaras letales. Esta trampa se utilizó en horas crepusculares y las primeras horas de la noche (6:00 a 8:00 pm) debido a que son los picos de actividad de estos insectos (Prather, 2004). Los adultos se preservaron en seco; sin embargo, los microtricópteros (Familia Hydroptilidae y Helicopsychoidea principalmente) se preservaron en alcohol, debido a su pequeño tamaño.

6.3 Determinación del material biológico

La determinación de los individuos hasta nivel de género, se llevó a cabo en el laboratorio de insectos acuáticos del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia-sede Bogotá. Para las larvas se emplearon las claves de Springer (2010) y Domínguez & Fernández (2009). En cuanto a los adultos, se utilizaron las claves taxonómicas de Triplehorn & Johnson (2005) y Fernández & Domínguez (2009).

La determinación a nivel de especie fue realizada por el Doctor Wolfram Mey, curador del Museo de Historia Natural del Berlín, especialista en los órdenes Trichoptera y Lepidoptera, quién hace parte del macroproyecto.

En los géneros en los que se identificaron más de dos especies (*Atopsyche*), se realizó una distinción morfológica de las larvas, que servirá como base para futuras asociaciones de los adultos con sus estados inmaduros.

6.4 Índice QBR

Para hacer una aproximación al estado real y actual del bosque ripario, y evaluar la calidad del mismo, en cada tramo se empleó el índice QBR que se estructura en cuatro bloques para valorar los atributos del sistema que son el grado de cubierta vegetal del bosque ripario, la estructura vertical de la vegetación, la calidad y diversidad de la cubierta vegetal y finalmente el grado de naturalidad del canal fluvial. Cada bloque recibió una puntuación entre 0 y 25 y la suma final varía entre 0 y 100 expresa el nivel de calidad de cada zona (Tabla 1). Se evaluaron en total 20m longitudinales y laterales al curso de agua.

Tabla 1. Rangos de la calidad de la ribera según el índice QBR. Fuente: Munné et al., (2003).

Nivel de calidad		Valor índice QBR	Coloración DMA
Muy bueno	Bosque de ribera sin alteraciones, estado natural.	≥ 95	Azul
bueno	Bosque ligeramente perturbado.	75-90	verde
Moderado	Inicio de alteración importante	55-70	Amarillo
Deficiente	Alteración fuerte.	30-50	Naranja
Malo	Degradación extrema	≤ 25	Rojo

6.5 Sustratos

En la comparación de ambos tramos, se realizó un mapa de distribución por cada uno y se sacó el porcentaje y metros de cobertura de cada tipo de sustrato. También se tuvo en cuenta los distintos tipos de corriente de agua (remanso, deposición, corriente y cascada). Para esto se empleó un cuadrante de 1m x 1m, parcelado cada 10 cm, el cual fue utilizado a lo largo y ancho de cada zona (12 m longitudinales). Posteriormente, la representación gráfica de cada tramo se realizó en el programa CorelDRAW Graphics Suite X8.

6.6 Índices ecológicos

Para evaluar la estructura de las comunidades de tricópteros en las dos zonas de la Quebrada La Vieja, se calcularon los índices ecológicos de Menchinick y Margalef para estimar la riqueza de la comunidad de tricópteros en los sitios evaluadas, así como las variaciones temporales, esto se realizó con el paquete estadístico R-commander versión 2.3-2. También se empleó el índice de Similitud de Jaccard para medir el grado de similitud existente entre las zonas muestreadas, este se realizó en el paquete estadístico Past Program. Los valores de abundancia fueron transformados usando el $\text{Log}(x+1)$.

6.6 Características fisicoquímicas del agua y bacteriológicas

Se realizó la evaluación de las características fisicoquímicas generales de las dos zonas, esto se hizo con el único objetivo de apreciar si existían diferencias entre las características del agua de ambas zonas. Se tomaron muestras y tres replicas en cada tramo en el mes de diciembre y los valores que se presentan en este documento son el promedio de los resultados obtenidos. Las variables que fueron analizadas fueron oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, sólidos totales disueltos, demanda bioquímica de oxígeno, pH, temperatura, coliformes fecales y turbidez, estos son los nueve parámetros que intervienen para calcular el índice de calidad de aguas (ICA) propuesto por Brown (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación del Índice de calidad de aguas (ICA) Propuesto por Brown, et al (1970).

Calidad de agua	Color	Valor
Excelente	Blue	91 a 100
Buena	Green	71 a 90
Regular	Yellow	51 a 70
Mala	Orange	26 a 50
Pésima	Grey	0 a 25

Fuente: Lobos, J. 2002

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Química Ambiental de la Universidad El Bosque. A continuación se nombran los métodos empleados en cada evaluación: Nitratos y fosfatos, método espectrofotometría. Sólidos totales disueltos por filtración. Demanda bioquímica de oxígeno método OxiTop, El oxígeno disuelto y la temperatura fueron tomados de manera in situ en los lugares de muestreo mediante el Oxímetro YSI modelo 55, el pH fue medido con un pHmetro (HANNA), la turbidez con un turbidímetro (HANNA) y los coliformes fecales por filtración de membrana.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Características fisicoquímicas y bacteriológicas

El análisis general de las variables fisicoquímicas de los tramos estudiados, dio como resultado que la calidad del agua en ambos sitios es buena (ICA) (Tabla 2 y 3) y por lo tanto no es un factor que pueda influir en el establecimiento de las comunidades de tricópteros.

Se registró una temperatura promedio en ambas zonas de 12°C, una turbidez promedio de 3,0 FAU, un porcentaje de oxígeno disuelto del 72% 1, un pH de 6,3 que indican que son aguas neutras y una cantidad de sólidos totales disueltos en promedio de 10 mg/L, lo cual coincide con los datos obtenidos con Patiño en el 2015, quien realizó una evaluación de las características fisicoquímicas en varios puntos de la quebrada La Vieja. Durante su muestreo se registraron valores de temperatura entre los 10°C a 13°C y no se evidenció ningún cambio significativo que pudiera afectar a los organismos en su ciclo de vida. El pH fue neutro y el oxígeno disuelto varió entre 6,8-7,1 mg/L. Díaz y Rivera (2004) realizaron la caracterización de algunos ríos pequeños de la zona alto andina en Cundinamarca y los valores promedio de pH de fueron de 5.8 y oxígeno disuelto de 6,86mg/L e indican que los valores se ajustan a los resultados hallados normalmente en cuencas alto-andinas donde el pH tiende a ser neutro y la cantidad de oxígeno disuelto oscila entre 6 a 8 mg/L.

La diferencia entre el valor de calidad obtenido puede ser debido a los valores de turbidez que son un poco mayores en la cuenca baja, a medida que la turbidez aumenta la calidad tiende a disminuir por el número de partículas en suspensión que afectan la incidencia de luz en el cuerpo del agua, afectando los procesos biológicos de las plantas acuáticas, lo cual también afectará directamente sobre la cantidad de oxígeno disuelto en el agua Díaz y Rivera (2004).

Tabla 3. Valores de las variables fisicoquímicas evaluadas en el tramo bajo y el tramo medio de la quebrada La Vieja y valores obtenidos según la clasificación del “ICA” propuesto por Brown. (Oxígeno disuelto en el agua (OD), nitratos (NO₃), coliformes fecales, pH, fosfatos (PO₄), sólidos totales disueltos (TDS), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y turbidez).

VARIABLES	TRAMO MEDIO		TRAMO BAJO	
	Q.LA VIEJA	ICA	Q.LA VIEJA	ICA
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	1,1*10 ²	6,3	1,2*10 ²	6,2
pH	6,3	7,56	6,3	7,56
DBO ₅ mg/L	0,1	9,9	0,1	9,9
Nitratos (NO ₃ en mg/L)	2,2	8,8	2,3	8,7
Fosfatos (PO ₄ en mg/L)	0,8	5,8	0,9	5,7
Cambio de la Temperatura (en °C)	12,6	8,6	12,7	8,7
Turbidez (en FAU)	2,9	7,84	3,1	7,68
Sólidos disueltos totales (en mg/ L)	10,3	6,56	10,9	6,64
Oxígeno disuelto (OD en % saturación)	73	12,75	71	12,41
	TOTAL	74,11	TOTAL	73,49

7.2 Sustratos

En el tramo medio de la quebrada los cinco sustratos representativos fueron roca con musgo, sedimento, hojarasca, cascajo y roca grande, siendo estos dos últimos los de mayor porcentaje de cobertura respectivamente (44% y 30.7%) (Figura 3). El sustrato cascajo, se distribuyó a lo largo de los 17m², sin embargo este fue menos frecuente en zonas de raudal y más usual en zonas de corriente, y de deposición. Así mismo, roca grande también se presentó a lo largo de la zona de muestreo; la hojarasca únicamente fue encontrada en zonas de corriente moderada a rápida; roca con musgo fue más frecuente en las zonas de raudal, de deposición y de corriente lenta. Finalmente, el

sedimento se encontró en pequeños porcentajes a lo largo de la zona pero su cobertura fue mayor en las zonas de deposición (Figura 3).

En el tramo bajo al igual que en el tramo medio, cascajo (30.1%) y roca grande (28.7%) fueron los sustratos con mayor cobertura, además se identificaron sedimento, rocas grandes y raíces, pero en esta zona hay ausencia de roca con musgo. De igual forma, fue posible observar una distribución uniforme de todos los sustratos a lo largo de la zona (Figura 4).

Al comparar el porcentaje de cobertura de los sustratos de ambos tramos, estos tienen valores similares en ambos sitios, únicamente se observa una diferencia significativa en cascajo (44% tramo medio / 30.1% tramo bajo) y en hojarasca (4.8% tramo medio / 15.4% tramo bajo), además de la presencia de raíces (13.9%) en la parte baja y la ausencia de roca con musgo en el sitio. (Figuras 3 y 4). En resumen la complejidad de los sustratos en ambas zonas es de muy buenas condiciones y son bastante similares entre sí pues la presencia de una variedad de sustratos en los ecosistemas acuáticos influye en la diversidad y riqueza de la fauna béntica, y en el caso de los tricópteros la arena, la hojarasca, el material particulado y sustratos más estables como las raíces, el musgo y las rocas grandes son sustratos que favorecen su establecimiento y colonización (Guevara et al., 2005; Vásquez-Ramos et al., 2010).

Figura 3. Mapa de sustratos con la distribución, porcentaje y metros de cobertura en el tramo medio de la quebrada La Vieja. Fuente: El autor.

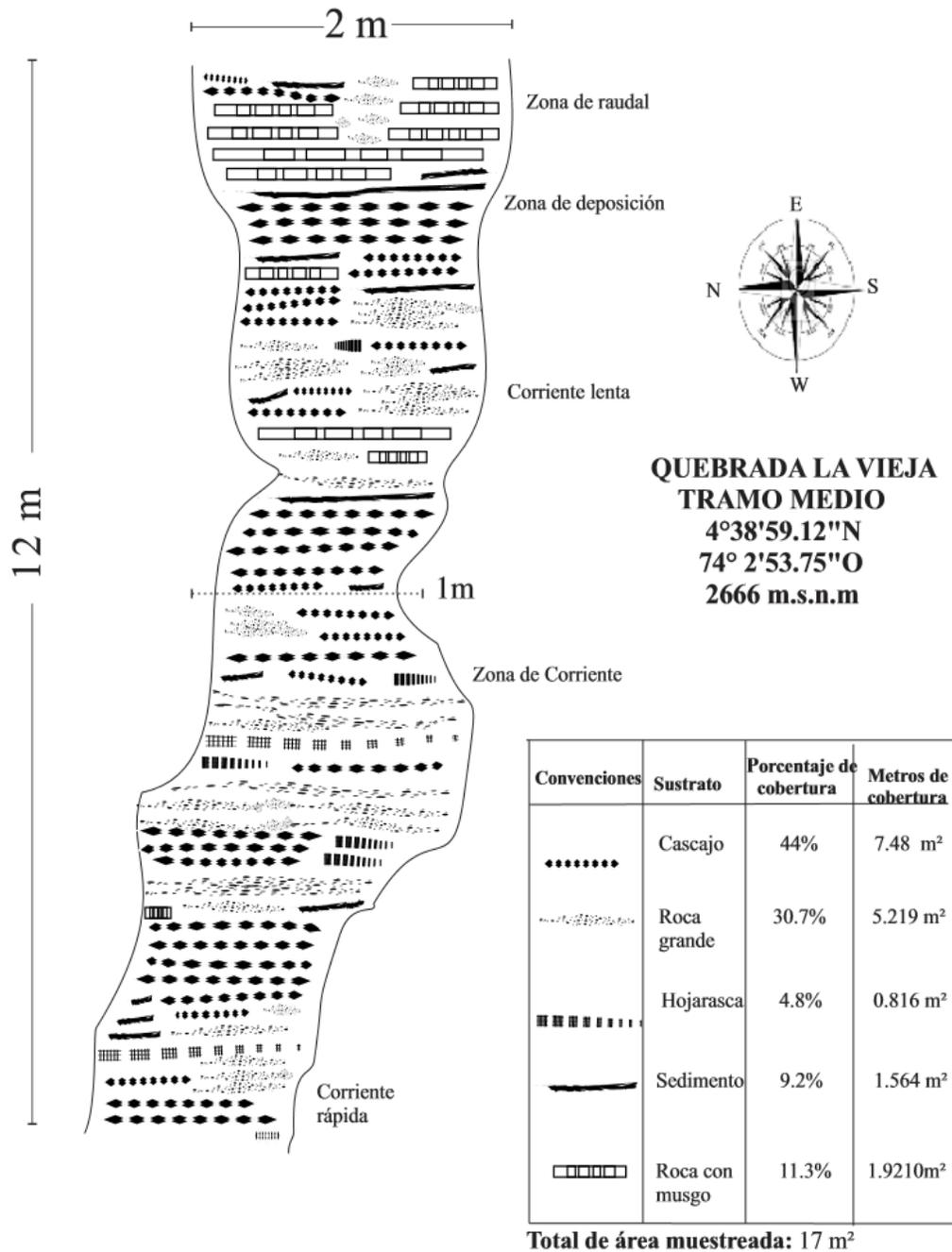
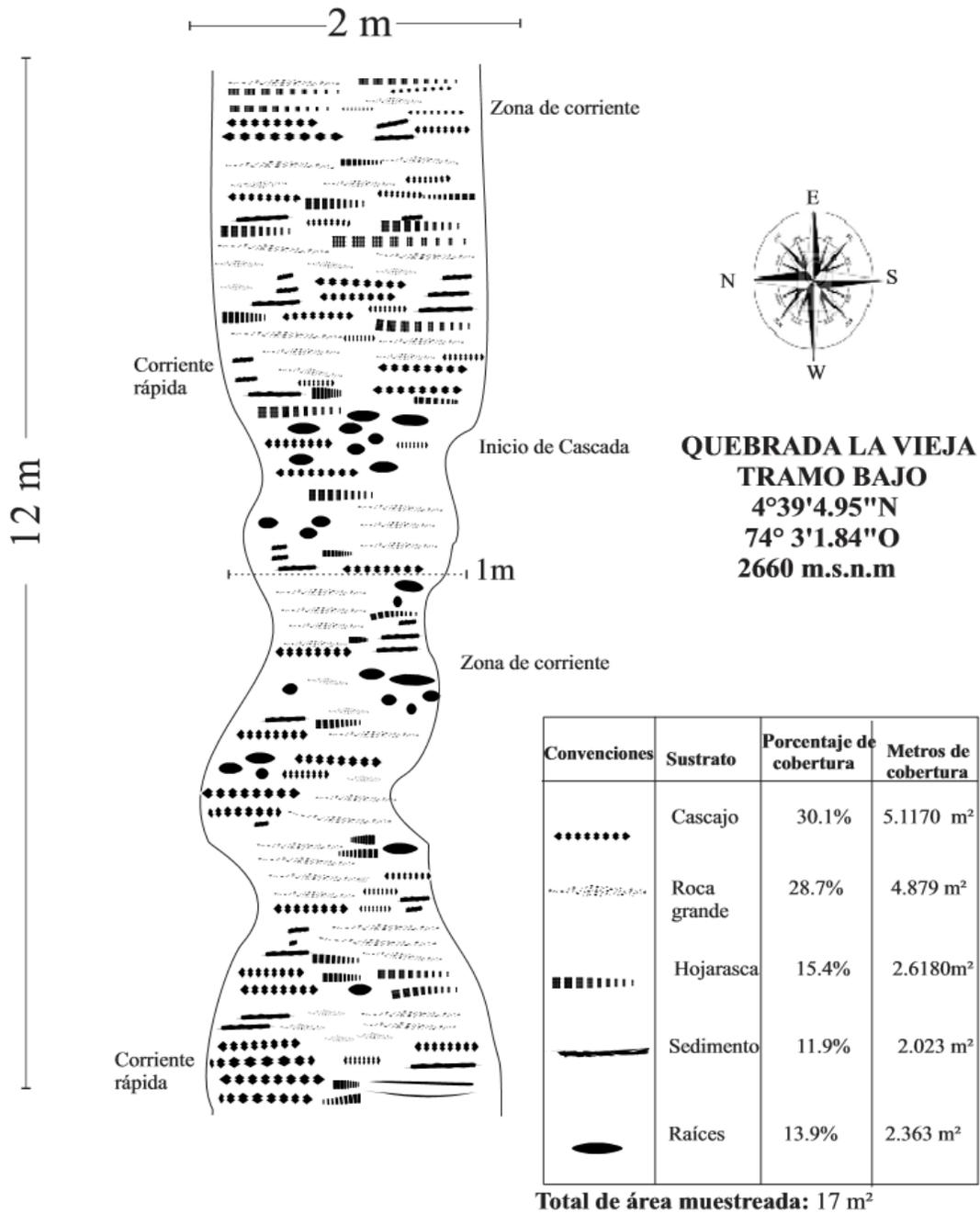


Figura 4. Mapa de sustratos con la distribución, porcentaje y metros de cobertura en el tramo bajo de la quebrada La Vieja. Fuente: El autor.



7.3 Índice QBR

Para el tramo medio el índice QBR mostró que el bosque ripario (total 85) está ligeramente perturbado y presenta una calidad buena (Tabla 1) (Anexo a). Esto se debe principalmente a que esta zona de la microcuenca es un sitio de recuperación, ya que por los procesos de expansión de la ciudad de Bogotá se deforestó completamente. En el año 1970 se declaró zona de reserva y fue reforestada con especies introducidas como pinos, eucaliptos y acacias, sin embargo, algunas especies autóctonas pudieron colonizar de nuevo parte de esta microcuenca (Bejarano, 2014).

En cuanto al tramo bajo, el índice dio como resultado que la calidad del bosque ripario es mala y presenta una alteración fuerte con un valor de 35 puntos (Tabla 1) (anexo b). Eso se debe a que en esta parte de la quebrada se encuentran construcciones adyacentes a lo que queda de bosque ripario, pues este fue reducido prácticamente en su totalidad para dar paso a actividades antrópicas, además existen modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho y hay estructuras rígidas sobre el lecho (Anexo b).

7.4 Morfoespecies de larvas

Se encontraron dos morfoespecies de larvas del género *Atopsyche*, los resultados apuntan a que puede existir una posible relación entre la larva *Atopsyche sp2* y el adulto de *Atopsyche sp.* la cuál es una nueva especie que se encuentra en proceso de descripción, pues la concordancia en la presencia espacio-temporal de ambas podría sugerirlo. Sin embargo, hace falta estudios de asociación que permitan establecerla. A continuación se hace la diferenciación morfológica entre ambas morfoespecies.

7.4.1. *Atopsyche sp1.*

Sutura frente-clipeal y sutura coronal no aparentes; presenta un patrón de coloración en forma de manchas café oscuras en la parte dorsocentral de la cabeza (Figura 5-c). Las manchas del Apotema fronto-clipeal se concentran en la parte central (Figura 5-c).

En vista lateral se observa una mancha en forma alargada que va desde la parte dorsal a la parte ventral de la cabeza, que conecta con las machas en la parte dorsal (Figura 5- a y b). En el pronoto se observan manchas oscuras de gran tamaño (Figura 5-a y b).

7.4.2. *Atopsyche sp2.*

Larva con la sutura fronto-clipeal y la sutura coronal muy notoria (Figura 6-c); presenta un patrón de coloración en forma de manchas café oscuras alrededor de estas suturas. Las manchas del Apotema fronto-clipeal se encuentran hacia las zonas laterales de este (Figura 6-c).

En vista lateral se observa una mancha circular en la parte central de la cabeza, la cual no está conectada con las manchas de las suturas visibles en la parte dorsal de la cabeza (Figura 6-a y b). En el pronoto se observa una serie de pequeñas manchas muy cercanas entre sí (Figura 6-a y b).

Figura 5. Morfología general de larva de *Atopsyche sp1*. (a) Cuerpo vista lateral. (b) Cabeza en vista lateral. (c) Cabeza en vista dorsal (Fuente: El autor).

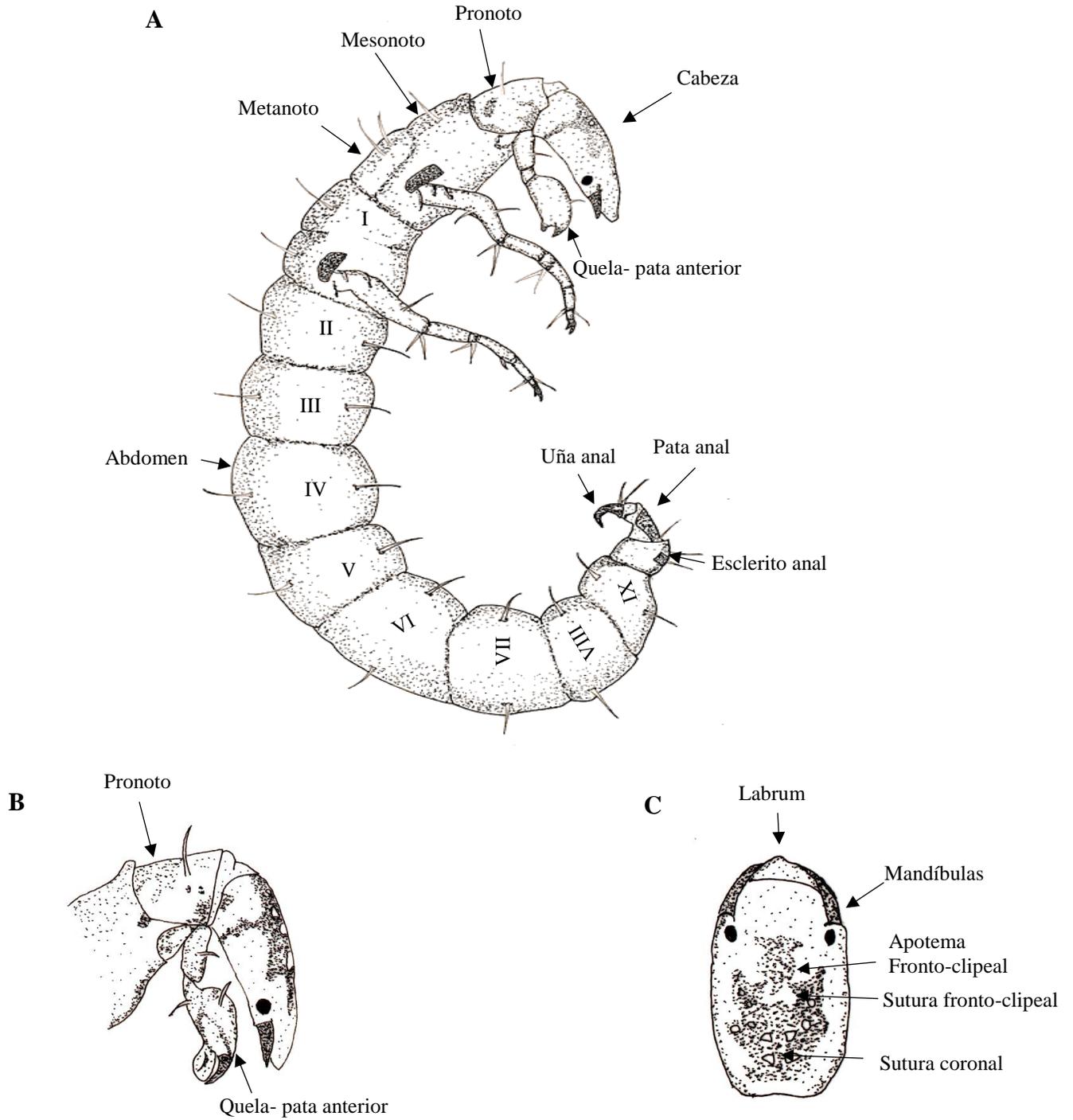
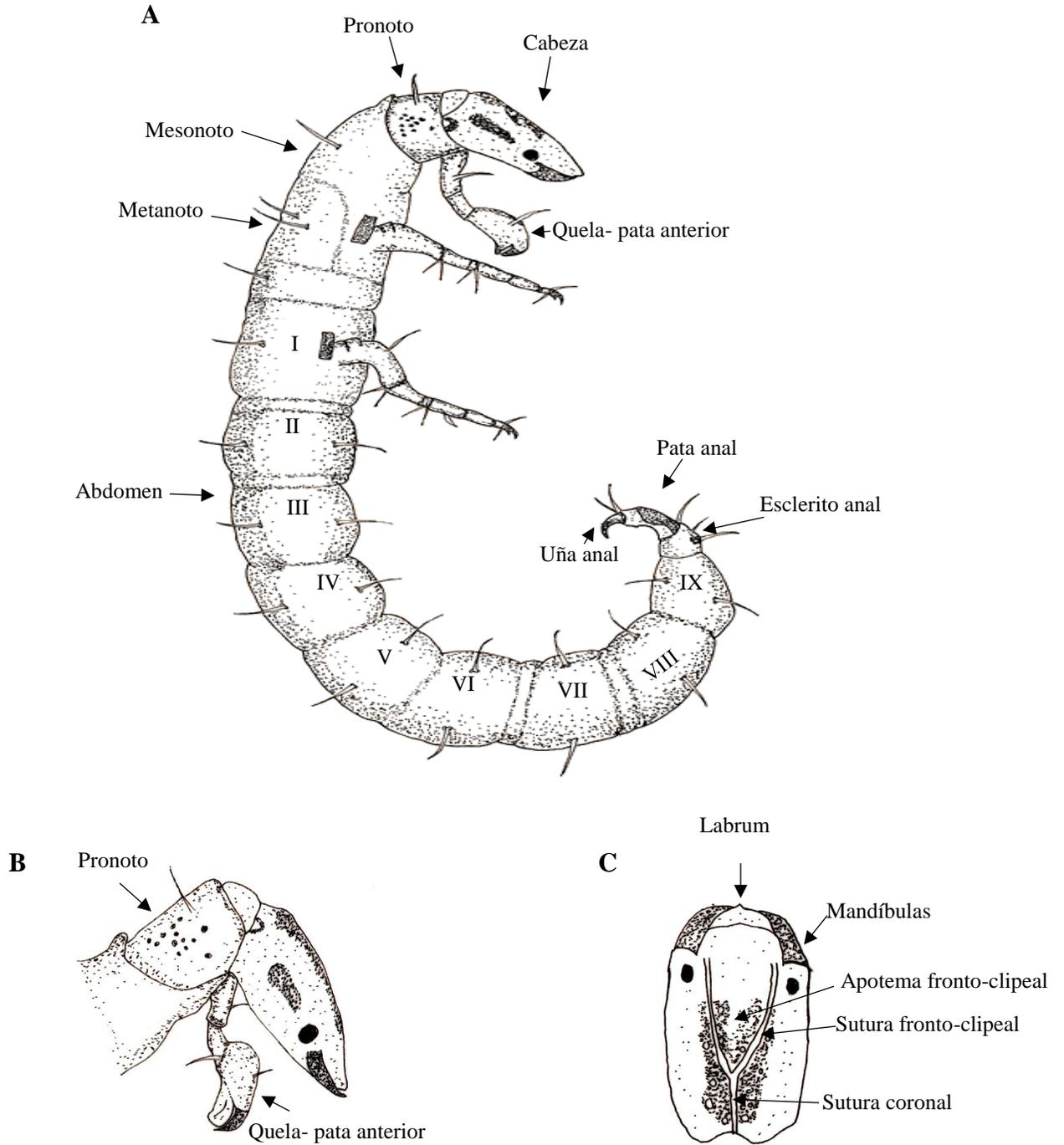


Figura 6. Morfología general de larva de *Atopsyche* sp2. (a) Cuerpo vista lateral. (b) Cabeza en vista lateral. (c) Cabeza en vista dorsal (Fuente: El autor).



7.5 Comunidad de Trichoptera

7.5.1. Comunidad de larvas

Durante junio y diciembre de 2016 se colectaron 875 larvas del orden Trichoptera, distribuidas en 8 familias y 10 géneros. Las familias más abundantes fueron Anomalopsychidae (37,3%) representada por 1 género, Calamoceratidae (17,9%) también con 1 género, Helicopsychidae (14,6 %) con 1 género e Hydrobiosidae (13,5%) con 1 género. Por el contrario, las familias con menor abundancia fueron Leptoceridae (8,5%) con 2 géneros, Hydropsychidae (7,2 %) con 1 género, Hydroptilidae (0,8%) con dos géneros y Xiphocentronidae (0,2%) con 1 género.

Contulma fue el género más abundante con 326 individuos (37,3%), Seguido por *Phylloicus* (Müller, 1880) con 156 individuos (17,9%), *Helicopsyche* (Siebold, 1856) (14,6%) con 128 organismos y *Atopsyche sp* con 118 individuos (13,5 %). Los géneros con menor abundancia fueron *Metrichia* (Ross, 1938) (0,7 %), *Hydroptila* (Dalman, 1819) (0,1 %), *Grumichella* (Mueller, 1879) (1,1 %) y finalmente *Xiphocentron* (Brauer, 1870) (0,2 %) (Tabla 4).

De los 10 géneros de larvas encontrados, 9 ya habían sido reportados en estudios anteriores en la quebrada La Vieja, a excepción de *Hydroptila* (Rodríguez et al, 2007 y González, 2015). El número de géneros encontrados en la quebrada en el presente estudio es comparable con los reportados por Rodríguez et al. (2007) que reportaron la presencia de *Atopsyche*, *Helicopsyche*, *Triplectides* (Kolenati, 1859), *Metrichia*, *Neotrichia*, *Oecetis*, *Phylloicus* y *Smicridea* (McLachlan, 1871), y por González (2015), quien encontró los géneros *Triplectides*, *Xiphocentron*, *Phylloscopus*, *Smicridea*, *Marilia* (Müller), *Atopsyche*, *Contulma*, *Grumichella*, *Helicopsyche*, y *Ochrotrichia* (Mosely 1934).

Tabla 4. Abundancia absoluta y relativa de las larvas del orden Trichoptera registradas para la quebrada La Vieja, durante los meses de Junio a Diciembre de 2016.

Familia	Género	Abundancia absoluta	% Abundancia relativa por género	% Abundancia relativa por familia
Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	326	37,3	37,3
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	156	17,9	17,9
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp</i>	118	13,5	13,5
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	63	7,2	7,2
Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>	6	0,7	0,8
	<i>Hydroptila</i>	1	0,1	
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	128	14,6	14,6
Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	65	7,4	8,5
	<i>Grumichella</i>	10	1,1	
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	2	0,2	0,2
TOTAL		875	100	100

Estos trabajos se realizaron en el tramo medio de la quebrada, en zonas cercanas al sitio de muestreo de este estudio. Sin embargo, en el tramo bajo, no se habían realizado estudios de este tipo.

Al comparar la abundancia con estudios previos en quebradas de condiciones similares, en el departamento de Boyacá en la quebrada Carrizal, Mamarramos y Colorada (Medellín et al., 2004) en un tiempo de muestreo de 8 meses, se reportaron en promedio 900 individuos, distribuidos en 10 familias y 19 géneros. En estos estudios a pesar de que el tiempo de muestreo es un poco mayor se denota una mayor riqueza pero la abundancia es similar a la reportada en este trabajo (Tabla 4). Esa diferencia puede deberse al grado de intervención en las quebradas pues las quebradas Carrizal, Mamarramos y Colorada son ecosistemas que no han tenido ningún tipo de intervención antrópica a lo largo de su historia (Medellín et al.,

2004), caso contrario a lo que ocurre en la quebrada la Vieja. En términos generales, esta microcuenca presenta grandes similitudes en abundancia y en un menor grado en la composición de la comunidad de tricópteros con quebradas altoandinas similares.

7.5.2. Comunidad de adultos

Durante los meses de muestreo, en ambos tramos, en total se encontraron 86 individuos adultos, distribuidos en 6 familias, 8 géneros y 10 especies de las cuales 4 son especies nuevas y aún se encuentran en proceso de descripción. La familia con mayor abundancia fue Calamoceratidae, seguida por Hydrobiosidae y Leptoceridae. Las familias menos abundantes, fueron Helicopsychidae e Hydroptilidae (Tabla 5).

Las familias con mayor diversidad fueron Hydrobiosidae con la presencia de un género y tres especies, y la familia Hydroptilidae con tres géneros y tres especies (Tabla 5).

Tabla 5. Abundancia absoluta de los adultos del orden Trichoptera por especie, género y familia, registradas para la quebrada La Vieja, durante los meses de Junio a Diciembre de 2016.

Familia	Especie	Abundancia absoluta	Abundancia absoluta familias
Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp</i>	51	51
	<i>Atopsyche sp</i>	9	
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche lobosa</i>	1	13
	<i>Atopsyche cf. yupanqui</i>	3	
Leptoceridae	<i>Triplectides flintorum</i>	10	10
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche sp</i>	2	2
	<i>Metrichia sp</i>	1	
Hydroptilidae	<i>Hydroptila cf. constricta</i>	2	4
	<i>Rhyacopsyche matthiasi</i>	1	
Polycentropodidae	<i>Polycentropus joergenseni</i>	6	6
Total		86	86

A partir de los datos obtenidos, se obtiene que de las 10 especies encontradas, 6 ya habían sido reportadas en Colombia que son *Atopsyche lobosa* (Ross & King, 1952), *Hydroptila cf. constricta* (Bueno-Soria, 1984), *Rhyacopsyche matthiasi* (Flint, 1991), *Polycentropus joergenseni* (Ulmer, 1909), *Atopsyche cf. Yupanqui* (Schmid, 1989) y *Triplectides flintorium* (Holzenthal, 1988), de estas, solo *T. flintorium* había sido registrada en el departamento de Cundinamarca (Muñoz, 2000; Medellín et al, 2004). Por el contrario 4 de las especies son nuevas y se encuentran en proceso de descripción, éstas pertenecen a los géneros *Atopsyche*, *Phylloicus*, *Metrichia* y *Helicopsyche*, todos estos registros son nuevos para la ciudad de Bogotá y específicamente para la quebrada La Vieja.

Al comparar la riqueza y abundancia obtenidas, con el estudio de Wolf et al, (1988), en tres quebradas del departamento de Antioquia llamadas La Cebolla, La Ayurá y La Jiménez,

en las cuales se obtuvieron un total de 10, 9 y 7 familias respectivamente durante 13 meses de muestreo, también registraron, 1640 individuos adultos en la quebrada La Cebolla, 1651 en La Ayurá y 394 en La Jiménez. No obstante, a pesar del tiempo de muestreo, el cual fue el doble que en el presente trabajo, se puede decir que la riqueza puede ser comparable con la quebrada la vieja pero en términos de abundancia no (Tabla 5). Esta baja abundancia, en una parte puede deberse a la época del año se llevó a cabo esta investigación (Wolf et al. 1988, reportaron que en la primera mitad del año hay un número mucho mayor de emergencias y son más frecuentes, pues estas se relacionan con las variaciones climáticas y aumentan con la mayor incidencia de lluvias que ocurren en esta época) pero también al diferente grado de intervención que existe en las quebradas estudiadas.

7.6 Variación espacial

7.6.1 Larvas

En el tramo medio se presentaron el 99,1% de todas las larvas de tricópteros. Se encontraron 10 géneros, distribuidos en 8 familias y un total de 867 individuos. Las familias con mayor abundancia fueron Anomalopsychidae con el género *Contulma*, Calamoceratidae con *Phylloicus*, Helicopsychidae con *Helicopsyche*, Hydrobiosidae con el *Atopsyche sp*, Leptoceridae con los géneros *Triplectides* y *Grumichella* e Hydropsychidae con *Smicridea*. Por otra parte, las familias con una menor abundancia relativa fueron Hydroptilidae con los géneros *Metrichia* e *Hydroptila*; por último, la familia Xiphocentronidae representada por el género *Xiphocentron* (Tabla 6).

Se identificaron 3 microhábitats que fueron roca con musgo, cascajo y sedimento con hojarasca. En distribución por microhábitats, los géneros con presencia en cada uno de estos

(Roca con musgo, hojarasca con sedimento y cascajo) fueron *Phylloicus*, *Atopsyche sp*, *Helicopsyche*, *Triplectides*, *Smicridea* y *Contulma*. Los géneros *Metrichia*, *Hydroptila*, *Grumichella* y *Xiphocentron* solo se reportaron en roca con musgo (Tabla 6).

Tabla 6. Abundancia relativa de larvas por género, familias y microhábitat (C: Cascajo, S+H: Sedimento con Hojarasca y R+M: Roca con musgo), para el tramo medio de la quebrada La Vieja.

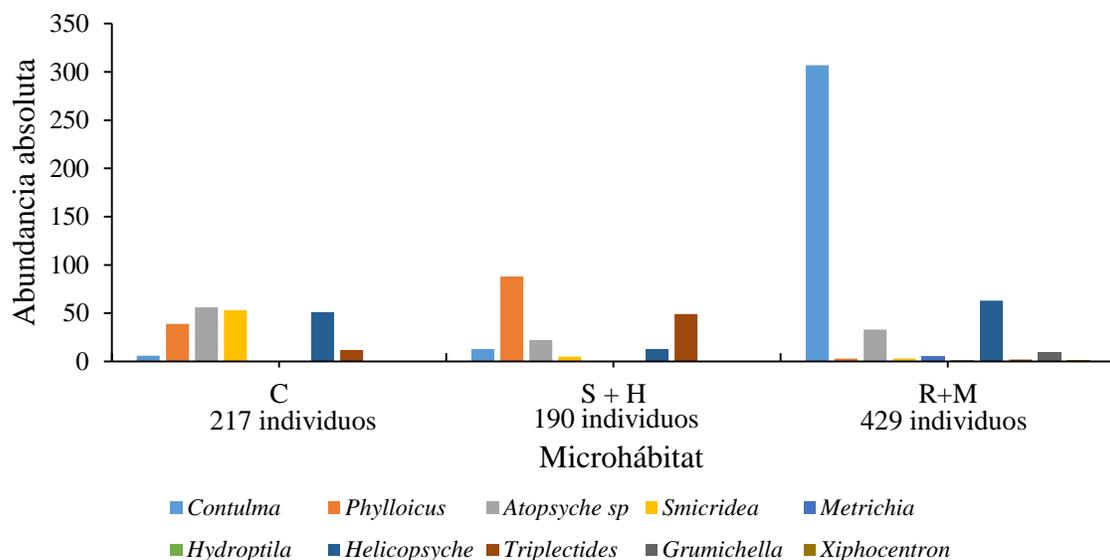
		Tramo medio				
		Microhábitats				
Familia	Género	C	S + H	R+M	% A.R por géneros	% A.R por familias
Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	0,7	1,6	36,7	39,0	39,0
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	4,7	10,5	0,4	15,6	15,6
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp</i>	6,7	2,6	3,9	13,3	13,3
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	6,3	0,6	0,4	7,3	7,3
Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>	0,0	0,0	0,7	0,7	0,8
	<i>Hydroptila</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	6,1	1,6	7,5	15,2	14,8
Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	1,4	5,9	0,2	7,5	8,7
Leptoceridae	<i>Grumichella</i>	0,0	0,0	1,2	1,2	
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
%A.R por microhábitat		26,0	22,7	51,3	100,0	100

El microhábitat con mayor abundancia absoluta fue roca con musgo (429 organismos), el género más abundante fue *Contulma*, diversos autores han hecho referencia a la preferencia de estas larvas por sitios rocosos y que estén cubiertos de musgo, ya que este espacio les permite refugiarse y alimentarse de perifiton, además de ser un microhábitat estable lo cual permite el establecimiento de las poblaciones (Holzenthal y Flint, 1995; Springer, 2010).

Cascajo obtuvo una abundancia absoluta de 217 organismos, los géneros con menor abundancia fueron *Triplectides* y *Contulma*, los de mayor abundancia fueron *Atopsyche sp.*, *Smicridea*, *Helicopsyche* y *Phylloicus* (Figura 7).

En sedimento con hojarasca la abundancia absoluta fue de 190 y el género más abundante fue *Phylloicus* (Figura 7), Tonello et al (2016); Holzenthal y Flint, (1995), señalan que la presencia de estas larvas parece estar relacionada con la disponibilidad de hojarasca que haya en cada hábitat, son más abundantes en aguas con alto contenido de material vegetal, por lo tanto, en áreas boscosas se encuentran en altas densidades; aunque en este tramo el porcentaje de cobertura de hojarasca fue de un 4.8% (Figura 3), parece ser suficiente para albergar una gran cantidad de individuos de éste género.

Figura 7. Abundancia absoluta de larvas por género en cada uno de los microhábitats (C: Cascajo, S+H: Sedimento con Hojarasca y R+M: Roca con musgo), en el tramo medio de la quebrada La Vieja.



Por otra parte, en la deriva, se registró una abundancia absoluta de 31 individuos con los géneros *Phylloicus* (23 individuos), *Atopsyche* sp (4 individuos), *Smicridea* (2 individuos), *Helicopsyche* (1 individuo) y *Triplectides* (1 individuo).

La presencia de Trichoptera en todos los microhábitats en este tramo y en la deriva, concuerda con lo que dice, Roldan (1992), acerca de la preferencia de las especies de este orden por aguas corrientes, que en teoría poseen una buena calidad y una mayor cantidad de oxígeno disuelto que concuerda con los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas (tabla 3), estos son parámetros importantes para el establecimiento de algunas especies como por ejemplo las de los géneros *Contulma* y *Phylloicus* que son altamente sensibles (Roldán, 2003).

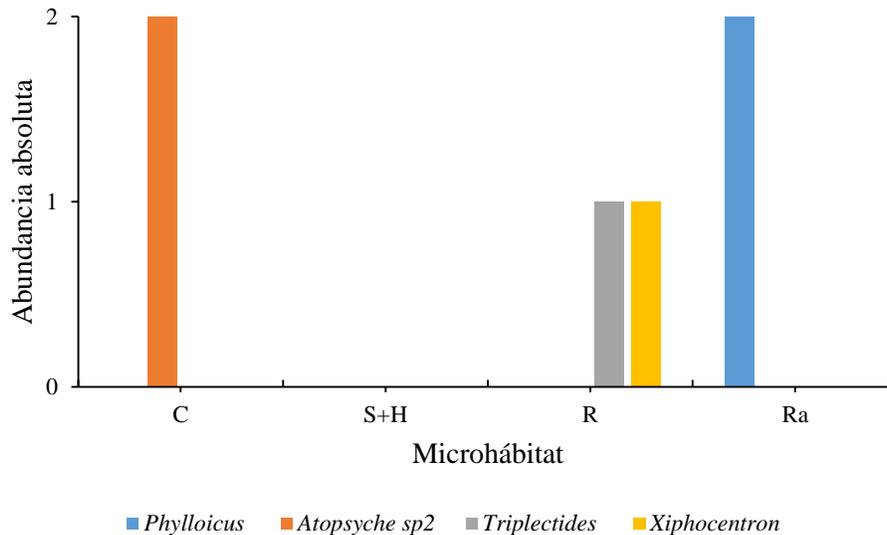
En el tramo bajo se identificaron 4 microhábitats que corresponden a cascajo, sedimento con hojarasca, raíces y roca. Se registró el 0,9% de la abundancia total de las larvas. Se registraron 4 familias y 4 géneros, las familias Calamoceratidae con el género *Phylloicus*, junto con Hydrobiosidae con el género *Atopsyche* sp2 fueron las que presentaron mayor abundancia. En menor abundancia se registró la familia Leptoceridae con el género *Triplectides* y Xiphocentronidae representada por el género *Xiphocentron* (Tabla 7).

Tabla 7. Abundancia relativa de larvas por género, familias y microhábitat (C: Cascajo, S+H: Sedimento con Hojarasca, R: Roca y Ra: Raíces), para el tramo bajo de la quebrada La Vieja.

		Tramo bajo				
		Microhábitats				
Familia	Género	C	S+H	R	Ra	%A.R por género
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	0,0	0,0	0,0	33,3	33,3
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp2</i>	33,3	0,0	0,0	0,0	33,3
Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	0,0	0,0	16,7	0,0	16,7
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	0,0	0,0	16,7	0,0	16,7
%A.R por microhábitat		33,3	0,0	33,3	33,3	100,0

Los géneros con mayor presencia en los microhábitats fueron *Phylloicus* (Raíces) y *Atopsyche sp2* (Cascajo) (Figura 8). Todos los microhábitats tuvieron un 33% de abundancia relativa a excepción de sedimento con hojarasca (Tabla 7). El microhábitat con más diversidad fue roca (Figura 8).

Figura 8. Abundancia absoluta de larvas por género en cada uno de los microhábitats (C: Cascajo, S+H: Sedimento con Hojarasca, R: Roca, Ra: Raíces) en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.



Por último, en la deriva se encontró una larva de *Phylloicus* (1 organismo) y otra de *Atopsyche sp2* (1 organismo).

En este tramo no fue posible obtener datos poblacionales significativos que permitan inferir acerca de la existencia de una comunidad establecida en esta zona.

7.6.2. Adultos

En el tramo medio se registraron un total de 78 individuos adultos representando el 90.7% de la abundancia total, se presentaron 6 familias que son Calamoceratidae, Hydrobiosidae, Helicopsychidae, Leptoceridae, Hydroptilidae y Polycentropodidae; 8 géneros (*Phylloicus*, *Atopsyche*, *Helicopsyche*, *Triplectides*, *Hydroptila*, *Metrichia*, *Rhyacopsyche* y *Polycentropus*) y 10 especies las cuales son *Phylloicus sp*, *Atopsyche sp*, *Helicopsyche sp*,

Metrichia sp1, que se encuentran en proceso de descripción, *Atopsyche cf. yupanqui*, *Hydroptila cf. constricta*, *Atopsyche lobosa*, *Triplectides flintorum*, *Rhyacopsyche matthiasi* y *Polycentropus joergenseni*.

La familia Calamoceratidae fue la de mayor abundancia lo cual parece estar relacionado con los ciclos de vida de las especies (Wolf, et al, 1998), además de la gran abundancia de larvas de esta familia presentes en este tramo. La familia Helicopsychidae e Hydroptilidae fueron las menos abundantes; los tres géneros menos abundantes fueron *Hydroptila*, *Metrichia* y *Rhyacopsyche* (Tabla 8).

En el tramo bajo, se presentaron 8 individuos (9.3% de abundancia relativa), distribuidos en 5 familias, 5 géneros y 5 especies. La especies más abundantes fueron *Phylloicus sp* y *Triplectides flintorum* (Tabla 8).

Tabla 8. Número de individuos adultos y especies obtenidas en el tramo medio y en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.

Familia	Especie	Tramo medio	Tramo bajo
Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp</i>	48	3
	<i>Atopsyche sp</i>	8	1
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche lobosa</i>	1	0
	<i>Atopsyche cf. yupanqui</i>	4	0
Leptoceridae	<i>Triplectides flintorum</i>	8	2
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche sp</i>	2	0
	<i>Metrichia sp</i>	1	0
Hydroptilidae	<i>Hydroptila cf. Constricta</i>	1	1
	<i>Rhyacopsyche matthiasi</i>	1	0
Polycentropodidae	<i>Polycentropus joergenseni</i>	5	1
Total		79	8

Esta gran diferencia en términos de abundancia y diversidad entre ambos tramos, es posible que este más relacionada con la capacidad y el azar de la dispersión de los adultos y

posiblemente de las larvas, que con la complejidad del sustrato o con las características fisicoquímicas del agua; pues este tramo presenta una complejidad comparable con el tramo medio en cuanto a microhábitats potenciales, para las larvas de las especies de este orden (Figura 3 y 4), así mismo las características fisicoquímicas del agua en ambos tramos, denotan que son aguas de muy buena calidad (Tabla 3), que pudiera impedir el establecimiento de las larvas aguas abajo, ya que son organismos con un estrecho rango de tolerancia, tal como lo señala Roldán (2003).

Varias investigaciones han reportado que la densidad de larvas y adultos se incrementan con la cantidad de cobertura de arbórea por la mayor disponibilidad de microhábitats para estos últimos, como ocurre en el tramo medio de la quebrada La Vieja, que según el índice QBR presenta un bosque ligeramente perturbado en comparación con el tramo bajo que muestra una alteración fuerte; pues la tendencia general es que la mayoría de los insectos acuáticos adultos como los tricópteros permanezcan y se reproduzcan cerca del cauce del que salieron (Svensson 1974, Sode & Wiberg 1993, Kuusela & Huusko 1996, Collier & Smith 1998).

A pesar de esto, es importante decir que la dispersión tanto de larvas como de adultos juega un papel importante en la colonización de nuevos hábitats como puede ser el tramo bajo de esta quebrada. En las larvas, la dispersión puede ser pasiva a través de la deriva, dependiendo del flujo de agua o activa como la natación o el rastreo bentónico (Mackay, 1992); así, que la dispersión puede ocurrir teóricamente si los hábitats están unidos por el agua. Sin embargo, en el estudio de Petersen et al (1999), donde se hizo un rastreo de las distancias de dispersión de las larvas y adultos, las distancias de rastreo bentónicas no superaban los 200 m para la mayoría de los géneros. Por el contrario, los adultos se encontraron hasta a 1500 m, con al

menos una familia (Hydrobiosidae) que lleva huevos a toda distancia. Esto sugiere un mayor potencial para los insectos para colonizar los sitios por la dispersión aérea que por el arrastre.

En los adultos la dispersión es activa por medio del vuelo, pero esta dispersión puede verse limitada por la interacción entre los factores ambientales como la conectividad del paisaje, que la quebrada la vieja es interrumpida por el paso de la Avenida circunvalar, también influye la topografía, el microclima y las barreras físicas geomorfológicas o antropogénicas (Bohonak & Jenkins 2003). Igualmente algunos autores han sugerido que en los rasgos de dispersión aérea interviene la morfología de los organismos, es decir, el tamaño del ala y del cuerpo, sugieren que estas limitaciones interactúan para determinar el potencial de dispersión y de colonización en un sitio dado (Parkyn & Smith 2011). En el estudio de Graham et al (2016), en Nueva Zelanda se evidenció que la variabilidad en las distancias de dispersión media entre especies fue bastante baja y fue significativa entre familias, esta tenía un rango entre 50m a 1500m de dispersión a lo largo del canal y la tendencia general fue mayor para familias con morfología alar y corporal entre media y grande como Hydrobiosidae, Leptoceridae y Calamoceratidae lo que concuerda con los resultados obtenidos en el tramo bajo (Tabla 9). Sin embargo, Coutant (1982), encontró que entre un tercio y medio de una población adulta de tricópteros marcados con un radioisótopo volaba hasta 1600 m aguas arriba y abajo del efluente del reactor y sugirió que la conectividad de la vegetación ribereña actúa como barrera o como corredor para la dispersión, porque estos permanecen preferentemente dentro de las zonas ribereñas boscosas cuando la vegetación está presente y se dispersan a través de esta en busca de un hábitat adecuado.

Otros estudios realizados, también han demostrado que la variación en el uso de la tierra afecta a la dispersión aérea, encontraron que los tricópteros en los arroyos montanos de Nueva Zelanda eran más abundantes en hábitats forestados que en pastizales o hábitats

degradados y sugirieron que la fragmentación de los bosques, es el factor más importante de la distribución de tricópteros adultos a escala de paisaje (Greenwood y Booker 2016, Kovats et al., 1996), por lo tanto basándose en los resultados obtenidos en esta investigación, la discontinuidad del bosque ripario que se presenta en la quebrada la Vieja por las actividades antrópicas que se desarrollan en este lugar, podría ser el factor que este determinando la diferencia en términos de abundancia y diversidad entre ambas zonas.

7.7. Variación temporal

7.7.1. Larvas

En el tramo medio, la mayor diversidad de organismos se presentó en el mes de Octubre, teniendo registro de 9 géneros, distribuidos en 8 familias. De los 867 organismos colectados, el 22,1% fue en el mes de julio, el 21,6% en el mes de diciembre, el 19,6 en el mes de agosto, el 13,1 en el mes de noviembre, el 12,3 en el mes de octubre y el 11,2 en el mes de Junio (Tabla 9). Las dos morfoespecies del género *Atopsyche* tuvieron presencia en simultáneo durante todos los meses de colecta en este tramo.

Tabla 9. Abundancia relativa de larvas registradas por familia y género en cada mes de muestreo para el tramo medio.

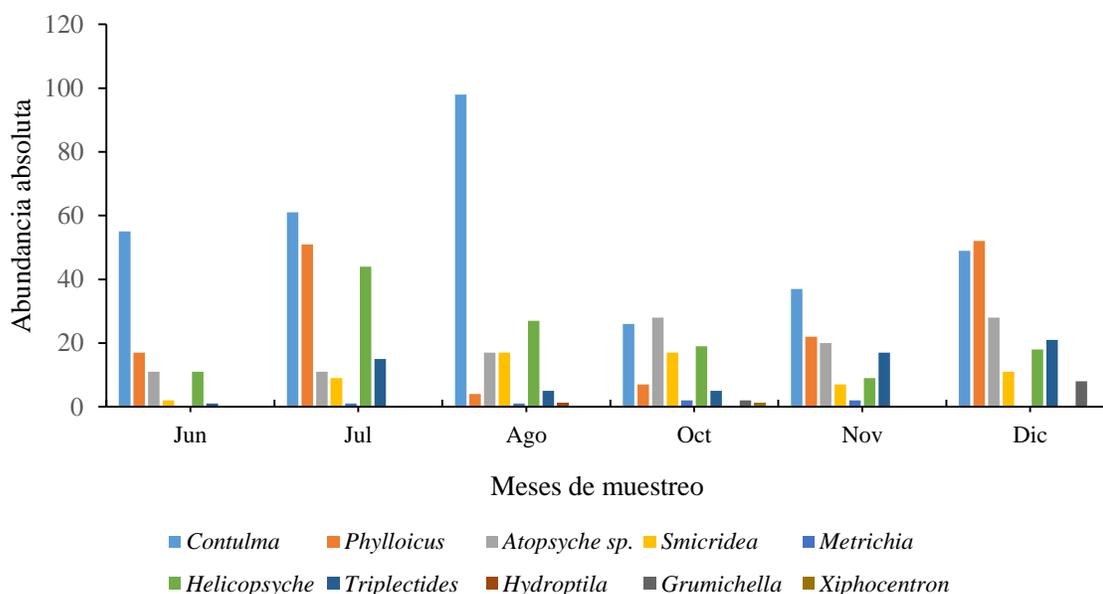
		Tramo medio					
		Meses de muestreo					
Familia	Género	Jun	Jul	Ago	Oct	Nov	Dic
Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	6,3	7,0	11,3	3,0	4,3	5,7
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	2,0	5,9	0,5	0,8	2,5	6,0
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp</i>	1,3	1,3	2,0	3,2	2,3	3,2
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	0,2	1,0	2,0	2,0	0,8	1,3
Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0
	<i>Hydroptila</i>	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	1,3	5,1	3,1	2,2	1,0	2,1
Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	0,1	1,7	0,6	0,6	2,0	2,4
	<i>Grumichella</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,9
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
%A.R por meses		11,2	22,1	19,6	12,3	13,1	21,6

La mayoría de familias y géneros se registraron durante todos los meses de muestreo (Tabla 9) con excepción de *Xiphocentron* (Xiphocentronidae) que se colectó únicamente en el mes de octubre, *Grumichella* (Leptoceridae) presente sólo en las colectas de octubre y diciembre, *Hydroptila* en el mes de agosto y *Metrichia* (Hydroptilidae) que estuvo presente en todos los meses menos junio y diciembre (Figura 9).

El género *Contulma*, persiste como el de mayor dominancia durante la mayoría de los meses de muestreo (Figura 9) especialmente durante los tres primeros, que corresponden a un bajo régimen de lluvias (figura 2), esto puede atribuirse a que este género se halla sobre sustratos de pedregosos o musgo (Flint, 1991) (Tabla 6), así que las condiciones estables del río permiten el desarrollo de sus poblaciones, no obstante al llegar la época de lluvias estos organismos se ven directamente afectados por la abrasiva escorrentía (Bispo et al., 2006),

causa por la cual su abundancia se reduce bastante en los meses de octubre y noviembre, sin embargo, están adaptados a soportar presiones hidráulicas elevadas, lo cual podría sustentar que se siguieran encontrando algunos individuos durante esta época de muestreo, (Posada & Roldan, 2003; Springer, 2010) (figura 9).

Figura 9. Abundancia absoluta de los géneros de larvas de Trichoptera para cada mes de muestreo en el tramo medio de la quebrada La Vieja.

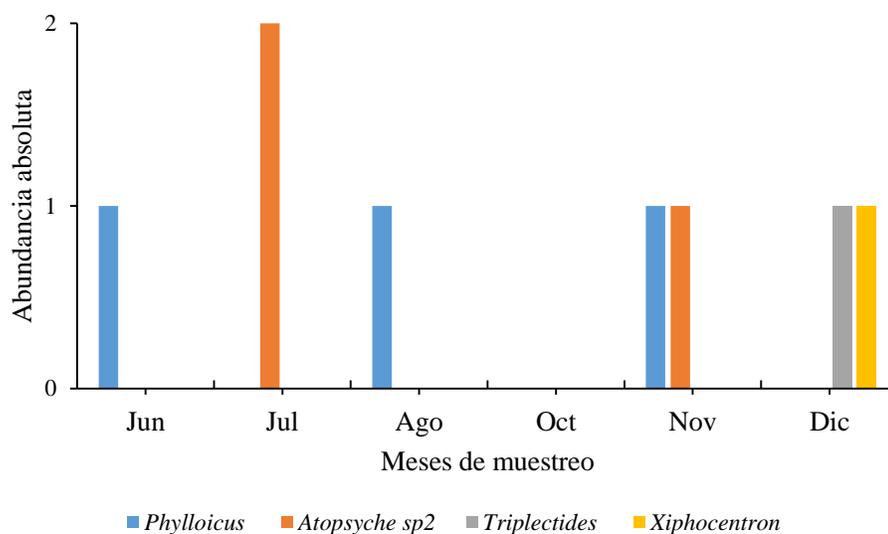


En los meses de agosto a octubre hubo una reducción importante en la abundancia de varios géneros, volviendo a aumentar y estabilizarse en mes de Diciembre (Figura 9). En octubre se registró la mayor diversidad con 9 géneros. Esto puede deberse a que generalmente la fauna bentónica es influida por la variación del caudal producto del régimen pluviométrico, que ocasionan aumento en la descarga, la cual incide directamente en algunos sustratos inestables como el cascajo, el sedimento y la hojarasca, lavándolos y originando que las organismos sean arrastrados (Vásquez & Ramírez, 2008), que de acuerdo con las variaciones de

precipitación en el año 2016 ocurrieron en los meses de abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre (Figura 2). Esto podría explicar en parte, la disminución de capturas de organismos en meses de transición de lluvia – sequía, que es precedido por la ocurrencia de intensas precipitaciones como junio y en meses de abundante lluvias como octubre y noviembre, aunque el período de tiempo de estudio es corto y no permite relacionar inequívocamente estas variables; pues este comportamiento en la fluctuación de la abundancia puede ser atribuido a muchas otras causas, que van desde la hora en que se realizó el muestreo hasta la disponibilidad de recursos, competencia, predación o el ciclo de vida de las especies (Giller y Björn, 1998).

En el tramo bajo, las abundancia a lo largo de los meses fueron mucho menores que las registradas para el tramo medio. Sin embargo, la mayor diversidad se observó en los meses de Noviembre con el género *Phylloicus* y *Atopsyche sp2* y en diciembre con los géneros *Triplectides* y *Xiphocentron* (Figura 10).

Figura 10. Abundancia relativa de los géneros de larvas de Trichoptera para cada mes de muestreo en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.



Los géneros más abundantes fueron *Atopsyche* y *Phylloicus* para los meses de junio, agosto y noviembre. Los meses con mayor abundancia fueron julio, noviembre y diciembre. No obstante, los valores de diversidad y abundancia no varían notablemente entre los meses (Tabla 10).

Tabla 10. Abundancia relativa de las larvas registrados por familia y género en cada mes de muestreo para el tramo bajo.

		Tramo bajo					
		Meses de muestreo					
Familia	Género	Jun	Jul	Ago	Oct	Nov	Dic
Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	12,5	0	12,5	0	12,5	0
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp2</i>	0	25	0	0	12,5	0
Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	0	0	0	0	0	12,5
Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	0	0	0	0	0	12,5
%A.R por meses		12,5	25	12,5	0	25	25

En los resultados obtenidos en este tramo, no es posible observar una tendencia clara respecto a las variaciones entre los meses, debido a que los datos poblacionales no son significativos.

7.7.2 Adultos

En el tramo medio, los meses de junio, julio y noviembre tuvieron un mayor porcentaje de abundancia relativa, mientras que los meses de octubre, diciembre y agosto presentó una reducción importante en la abundancia con respecto a los otros meses (Tabla 11). El mes de mayor diversidad fue noviembre con 7 especies (Figura 11).

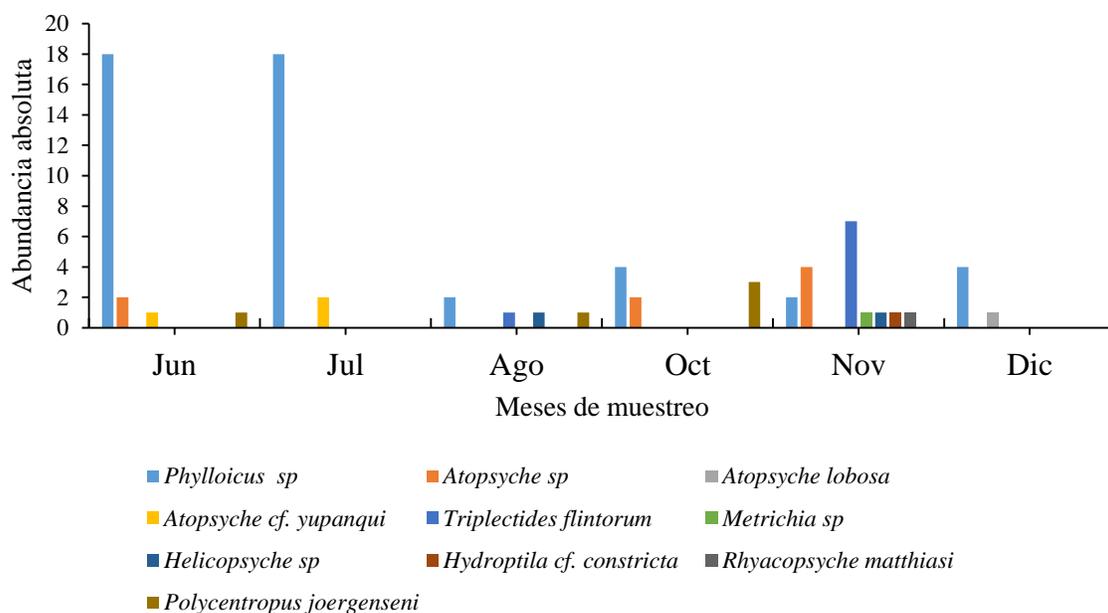
Tabla 11. Abundancia relativa por especie, género y familia durante los meses de muestreo en el tramo medio de la quebrada La Vieja.

		Tramo medio					
		Meses de muestreo					
Familia	Especie	Jun	Jul	Ago	Oct	Nov	Dic
Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp</i>	22,8	22,8	2,5	5,1	2,5	5,1
	<i>Atopsyche sp</i>	2,5	0,0	0,0	2,5	5,1	0,0
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche lobosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
	<i>Atopsyche cf. yupanqui</i>	1,3	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche sp</i>	0,0	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0
Leptoceridae	<i>Triplectides flintorum</i>	0,0	0,0	1,3	0,0	8,9	0,0
	<i>Metrichia sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
Hydroptilidae	<i>Hydroptila cf constricta</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
	<i>Rhyacopsyche matthiasi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
Polycentropodidae	<i>Polycentropus joergenseni</i>	1,3	0,0	1,3	3,8	0,0	0,0
%A.R por meses		27,8	25,3	6,3	11,4	21,5	7,6

La morfoespecie *Atopsyche sp* se presentó en los meses de junio, octubre y noviembre; por otra parte *Atopsyche cf. yupanqui* estuvo presente en los meses de junio y julio, y *Atopsyche lobosa*, únicamente en el mes de diciembre fue posible colectarla (Figura 11).

Polycentropus joergenseni, se registró en los meses de junio, agosto y octubre, *Helicopsyche sp* en agosto y noviembre. Finalmente, las especies de la familia Hydroptilidae (*Metrichia sp*, *Hydroptila cf. constricta* y *Rhyacopsyche matthiasi*), solo tuvieron presencia durante noviembre.

Figura 11. Abundancia absoluta de las especies del Orden Trichoptera colectadas durante los meses de junio a diciembre en el tramo medio de la quebrada La Vieja.



La morfoespecie *Phylloicus sp* fue la más abundante durante todos los meses a excepción del mes de noviembre, no obstante el número de capturas se redujo drásticamente desde el mes de agosto (Figura 11). Esto puede relacionarse con la gran abundancia de las larvas de este género en el mismo tramo (Tabla 6) y posiblemente con las épocas de emergencia, que parecen estar influidas en algunas especies por los niveles de precipitación. Así lo registró

Wolf et al (1988), en su estudio de emergencias del orden Trichoptera en tres quebradas del departamento de Antioquia. Encontraron que el mes de mayor precipitación (mayo) es antes a los de mayores emergencias (junio y julio) y que los individuos emergieron continuamente durante todo el periodo de estudio, también registraron que durante los meses de lluvia se presenta el mayor número de emergencia de las familias pero no de individuos, ellos sugieren que existe una relación entre la presencia e intensidad de las lluvias y el número de familias en emergencia, lo cual coincide con lo encontrado en este trabajo (Figura 11). Finalmente, Wolf et al (1988), indican que la precipitación es el factor ambiental que posiblemente sea el que mayor incidencia tuvo con relación a las emergencias y que los demás factores fisicoquímicos parecen no tener una mayor influencia en estos fenómenos.

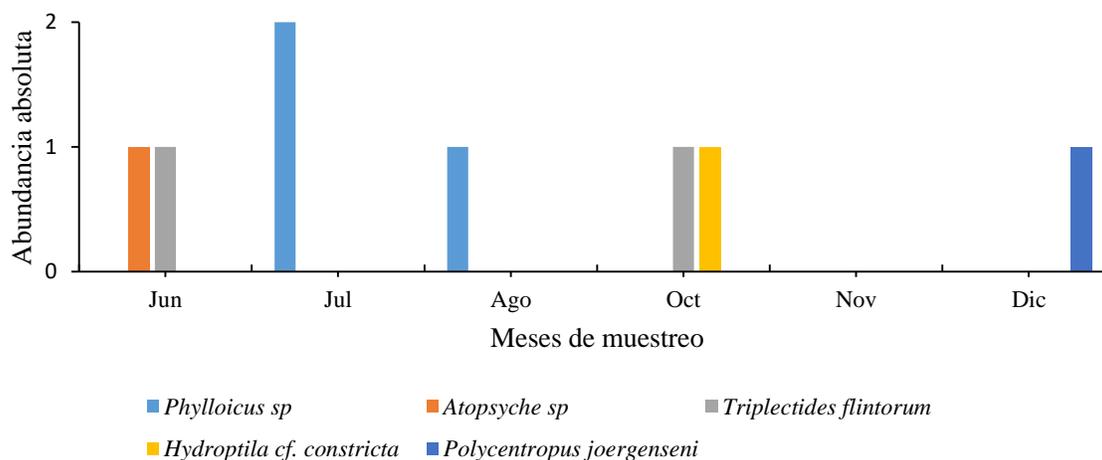
Sin embargo, no se puede establecer una relación directa entre las larvas y los adultos capturados en el estudio con respecto a este fenómeno, porque la duración del desarrollo larval no se conoce y depende de muchos factores bióticos y abióticos.

En el tramo bajo los meses de mayor abundancia fueron julio, junio y octubre (Tabla 12), estos dos últimos corresponden también a los meses con mayor diversidad registrada (2 especies) (Figura 12).

Tabla 12. Abundancia relativa por especie para cada mes de muestreo en el tramo bajo de la quebrada.

		Tramo bajo					
		Meses de muestreo					
Familia	Especie	Jun	Jul	Ago	Oct	Nov	Dic
Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp</i>	0	25	12,5	0	0	0
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp</i>	12,5	0	0	0	0	0
Leptoceridae	<i>Triplectides flintorum</i>	12,5	0	0	12,5	0	0
Hydroptilidae	<i>Hydroptila cf. constricta</i>	0	0	0	12,5	0	0
Polycentropodidae	<i>Polycentropus joergenseni</i>	0	0	0	0	0	12,5
%A.R por meses		25	25	12,5	25	0	12,5

Figura 12. Abundancia absoluta de las especies del Orden Trichoptera colectadas durante los meses de junio a diciembre en el tramo bajo de la quebrada La Vieja.



Phylloicus sp se registró en el mes de julio y agosto, *Triplectides flintorum* en los meses de junio y octubre, *Hydroptila cf. constricta* solo en el mes de octubre, *Atopsyche sp* en el mes de junio y *Polycentropus joergenseni* en diciembre (figura 12).

No se pueden establecer relaciones, ni inferir acerca de la variación temporal de la comunidad en este tramo, pues no se obtuvieron en los muestreos datos cuantitativos de gran utilidad, que permitan sacar alguna conclusión.

7.8. Relación machos y hembras

En el tramo medio *Phylloicus sp* tuvo un mayor registro de hembras en todos los meses a excepción de diciembre donde el número de machos fue mayor. Las especies *Atopsyche lobosa*, *Atopsyche cf. Yupanqui*, *Metrichia sp* e *Hydroptila cf. Constricta*, también tuvieron un mayor número de hembras que de machos. Para *Atopsyche sp* el número de hembras y machos tuvo una relación 1:1. En cuanto a *Rhyacopsyche matthiasi*, *Polycentropus joergenseni*, *Helicopsyche sp* y *Triplectides flintorum*, el número de registros de machos fue mayor que el de las hembras (Tabla 13).

Tabla 13. Número de individuos por sexo para cada especie durante los meses de muestreo en el tramo medio de la quebrada La Vieja (M: machos/ H: hembras).

		AGUAS MEDIAS													
		Jun		Jul		Ago		Oct		Nov		Dic		Total	
Familia	Especie	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp</i>	3	15	3	15	0	2	0	4	0	2	4	0	10	38
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	4	4
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche lobosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche cf. yupanqui</i>	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Leptoceridae	<i>Triplectides flintorum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	0	8	0
Hydroptilidae	<i>Metrichia sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche sp</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0
Hydroptilidae	<i>Hydroptila cf. constricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Hydroptilidae	<i>Rhyacopsyche matthiasi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Polycentropodidae	<i>Polycentropus joergenseni</i>	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	5	0

La proporción sexual total en el tramo medio fue de 1:1.5 con un número mayor de hembras. Una proporción similar ya había sido registrada para la familia Calamoceratidae en el trabajo de Wolf et al (1988), de 1:1.7 en la quebrada la Ayurá en Antioquia, en ese mismo trabajo se reportaron relaciones totales entre machos y hembras de 1:1.1 para esta quebrada, 1:1.6 para la quebrada La Cebolla y de 1.3 para la quebrada La Jiménez. Un número relativamente alto de hembras fue capturado en las trampas situadas a 10 m del canal de la corriente, puede ser porqué la vida adulta de estos organismos es relativamente, por lo que es posible que las hembras tengan un tiempo limitado para encontrar sitios de oviposición adecuados y, por lo tanto, estén más concentradas en el canal de la corriente, , combinada con un período de vida más largo, hace que sean más propensas que los machos a ser capturadas en la zona ribereña (Petersen et al, 2004). Por otra parte, las diferencias entre las distribuciones de los sexos y de los taxones (Tabla 13) pueden ser debido al comportamiento de apareamiento y reproductivo, como es el caso de la familia Leptoceridae que se ha documentado que los machos vuelan en enjambre y las hembras difícilmente se ven atraídas por las luces artificiales (Springer, 2010) lo que coincide con los datos obtenidos, en el que solo hubo captura de machos (Tabla 13).

En el tramo bajo la proporción fue 1:1 y al igual que en el tramo medio, también se observó una proporción un tanto mayor entre hembras y machos de *Phylloicus sp.* Se ha documentado que en zonas en donde las poblaciones son pequeñas, como podría ser en este tramo (Tabla 14) el número de machos es mayor o igual al de las hembras (Wolf et al, 1988).

Tabla 14. Número de individuos por sexo para cada especie durante los meses de muestreo en el tramo medio de la quebrada La Vieja (M: machos/ H: hembras).

Familia	Especie	Tramo bajo														
		Jun		Jul		Ago		Oct		Nov		Dic		Total		
		M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	
Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Leptoceridae	<i>Triplectides flintorum</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Polycentropodidae	<i>Polycentropus joergenseni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0

7.9 Índices ecológicos

7.9.1 Larvas

Los valores de los índices mostraron variaciones al comparar las colectas realizadas durante los meses de muestreo. Durante estos tiempos todos los meses en el tramo medio registraron taxones; los valores de riqueza más altos se reportaron en el mes de octubre (Tabla 15). En el tramo bajo los mayores valores de riqueza, se presentaron en los meses de noviembre y diciembre, con los mismos valores en ambos meses (Tabla 15).

Tabla 15. Variación temporal de riqueza de Margalef (D') de las larvas del orden Trichoptera en la Quebrada La vieja durante los meses de muestreo.

LARVAS						
Tramo	Meses					
	Jun	Jul	Ago	Oct	Nov	Dic
Tramo bajo	0	0	0	0	1,44	1,44
Tramo medio	1,09	1,14	1,36	1,71	1,26	1,14

El tramo medio presento una mayor riqueza según el índice de Menhinick (1,41) que el tramo bajo (0,33) El índice de Jaccard indicó que existe un 0,4 de similitud entre las dos zonas trabajadas.

7.9.2 Adultos

Durante el mes de noviembre se presentó la mayor riqueza tramo medio, en el tramo bajo estos meses corresponden a junio y octubre (Tabla 16).

La riqueza según el índice de Menhinick fue mayor en el tramo medio con un valor de 1,76 en comparación con el tramo bajo (1,07). El índice de Jaccard mostró que existe una similitud de 0,5 entre las dos zonas.

Tabla 16. Variación temporal de riqueza de Margalef (D') de los adultos del orden Trichoptera en la Quebrada La vieja durante los meses de muestreo.

ADULTOS						
Tramo	Meses					
	Jun	Jul	Ago	Oct	Nov	Dic
Tramo bajo	1,44	0	0	1,44	0	0
Tramo medio	0,97	0,33	1,86	0,91	2,11	0,62

La diversidad de ambos tramos, medida a través de la riqueza, mostró diferencia entre los dos tramos. El gradiente de diversidad que se observa en el tramo perturbado sugiere que la actividad antrópica en el bosque ripario y la interrupción en la conectividad del ecosistema, es lo que más afecta las comunidades de tricópteros, ya que es la principal actividad en la zona. El análisis de similitud, mostró una clara diferenciación entre los tramos, considerando como atributos los géneros y las especies de los tricópteros.

Los valores de diversidad obtenidos, se ajustan a los valores que por lo general parecen ser constantes en las cuencas andinas que oscilan entre los 0.8 y 2.5 (Vásquez & Reinoso, 2012).

En cuanto a la variación temporal de los índices, estos se ven afectados por la temporalidad, la época de lluvias reduce las poblaciones, aunque no de manera significativa, por lo general durante los periodos de sequias la abundancia de taxones presentan una mayor heterogeneidad (Guevara 2004), lo cual se ajusta a los datos obtenidos en larvas comparados con el régimen de lluvias (Tabla 13) (Figura 2). En adultos, la riqueza es mayor en los meses de lluvias pues como se mencionó anteriormente la variación en el régimen pluviométrico incide sobre los fenómenos de emergencia de las familias (Wolf et al, 1988).

8. CONCLUSIONES

La diversidad de larvas de Trichoptera en el presente estudio estuvo conformada por 8 familias y 10 géneros. Son similares a los reportados en estudios anteriores para esta misma microcuenca. En el tramo medio se encontraron los géneros *Contulma*, *Phylloicus*, *Atopsyche*, *Smicridea*, *Helicopsyche*, *Triplectides*, *Metrichia*, *Hydroptila*, *Grumichella* y *Xiphocentron*. En el tramo bajo solo se encontraron *Phylloicus*, *Atopsyche*, *Triplectides* y *Xiphocentron*.

La comunidad de adultos estuvo compuesta por 6 familias, 8 géneros y 10 especies de las cuales 4 son especies nuevas. En el tramo medio la comunidad estuvo conformada por *Phylloicus* sp, *Atopsyche* sp, *Atopsyche lobosa*, *Atopsyche* cf. *yupanqui*, *Triplectides flintorum*, *Helicopsyche* sp, *Metrichia* sp, *Hydroptila* cf. *constricta*, *Rhyacopsyche matthiasi* y *Polycentropus joergenseni*. En el tramo bajo se encontraron las especies *Hydroptila* cf. *constricta*, *Polycentropus joergenseni*, *Triplectides flintorum*, *Phylloicus* sp y *Atopsyche* sp.

Este estudio mostró que la composición de la comunidad de tricópteros es diferente entre el sistema conservado y perturbado, lo cual podría deberse a las actividades antrópicas que ocasionan la interrupción parcial de la conectividad del ecosistema ripario, reduciendo las posibilidades de colonización del tramo bajo a la capacidad de dispersión de algunas especies.

La variación temporal de la comunidad de Trichoptera presenta relación con estudios anteriores en quebradas similares y posiblemente el régimen pluviométrico es lo que más incide en la variación.

A pesar de ser una microcuenca pequeña se encontró una diversidad similar a quebradas con condiciones parecidas pero de mayores tamaños y más conservadas, lo que demuestra que la quebrada es un reservorio de biodiversidad importante y así mismo la fragilidad del ecosistema pues en tan solo 100 metros la composición de la comunidad cambia drásticamente.

9. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar estudios más específicos que permitan establecer de manera más exacta como es la dispersión de las poblaciones de larvas y adultos de tricópteros a lo largo de toda la microcuenca.
- También, llevar a cabo investigaciones que permitan determinar una relación entre las larvas y los estados adultos, dando prioridad a la biología (ciclos de vida y rol funcional) y taxonomía de los tricópteros presentes en la quebrada.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allan, J. 1995. Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters. Chapman and Hall, NY. 388 pp.

Alonso, P., Mora, J., Campbell, B. & Springer, M. 2014. Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, México. 80 p.

Baszio, S. y Richter, G. 2002. Ultrastructural characters of adult leg armature in Trichoptera (Insecta) and their potential for use in phylogenetic analysis. *Aquatic Insects*, 24, 1–20.

Bejarano, P. 2014. Historia ambiental y recuperación integral de los territorios asociados a quebradas y ríos en Bogotá (caso Chapinero). Secretaría Distrital de Ambiente, Alcaldía Local de Chapinero y Conservación Internacional Colombia. Bogotá, Colombia. 336 pp.

Blahnik, R.J. 1998. A revisión on the Neotropical species of the genus *Chimarra*, subgenus *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae). *Memoirs of the American Entomological Institute* 59: 1-318.

Bohonak, A. & Jenkins, D. 2003. Ecological and evolutionary significance of dispersal by freshwater invertebrates. *Ecology Letters*, 6, 783–796.

Brand, C. & Miserendino M. 2010. Characterizing Trichoptera trophic structure in rivers under contrasting land use in Patagonia, Argentina. *Proceedings of the 13th International Symposium on Trichoptera*. EDS K. Majecka, J. Majecki & J. Morse Zoosymposia

Brooks, A., Haeusler, T., Reinfelds, I & Williams, S. 2005. Hydraulic microhabitats and the distribution of macroinvertebrate assemblages in riffles. *Freshwater Biology*, 50: 331-344.

Brown, L.E., Hannah, D.M. & Milner, A.M. (2007) Vulnerability of alpine stream biodiversity to shrinking glaciers and snowpacks. *Global Change Biology*, 13, 958–966. En: Holzenthal, R. Blahnik, R., Prather, A., & Kjer, M. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa*, 1668, 639-698.

Chará, J. 2003. Manual para la evaluación biológica de ambientes acuáticos en microcuencas ganaderas. Cali: CIPAV.

Collier K. & Smith B. 1998. Dispersal of adult caddisflies (Trichoptera) into forests alongside three New Zealand streams. *Hydrobiologia*, 361, 53-65.

Coutant, C.1982. Evidence for upstream dispersion of adult caddisflies (Trichoptera: Hydropsychidae) in the Columbia River. *Aquatic Insects*, 4, 61–66.

Crichton, M. 1991. A scanning electron microscope study of the mouth parts of adult *Phryganea grandis* (L.). In: Holzenthal, R. Blahnik, R., Prather, A., & Kjer, M. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa*, 1668, 639-698.

Crichton, M. 1993. A scanning electron microscope study of the mouth parts of some adult *Limnephilidae* (Trichoptera) In: Holzenthal, R. Blahnik, R., Prather, A., & Kjer, M. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa*, 1668, 639-698.

Dohet, A. 2002. Are caddisflies an ideal group for the biological assessment of water quality in streams? Pp. 507-520.

Domínguez, E. & Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. Pp 55-92.

Empresa de agua y alcantarilla de Bogotá. Acueducto. 2017. Mapa quebrada La Vieja. Disponible en: <http://www.acueducto.com.co/>

Flint, J, Holzenthal. R & Harris, S. 1999. Catalog of neotropical caddisflies (Insecta: Trichoptera). Ohio biological survey. Columbus, Ohio EEUU. p. 239

Flint, J. & Wallace, J. 1980. Studies of Neotropical caddisflies, XXV: the immature stages of *Blepharopus diaphanous* and *Leptonema columbianun* (Trichoptera: Hydropsychidae). Proceeding of the Biological Society of Washington 93: 178-193.

Flint, J. 1978. Studies of Neotropical caddisflies. XXII: Hydropsychidae of the Amazon basin (Trichoptera). Amazoniana 6: 373-421.

Flint, J. 1991. Studies of Neotropical Caddisflies, XLV: The Taxonomy, Phenology and Faunistics of the Trichoptera of Antioquia, Colombia. Smithsonian Contributions to Zoology. 520: 1-113.

Frissell, C., Liss, W., Warren, C., & Hurley, M. 1986. A hierarchical Framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. Oregon.

García, A., Sáinz, M. & Zamora, C. 2016. Contribución al conocimiento de los tricópteros (Insecta: Trichoptera) de Andalucía. Graellsia, 72(2): e048.

González, J. 2015. Trait-based responses of caddisfly assemblages to the partial channelization of a High-Andean stream. Hydrobiology (2016) 766:381–392.

Graham, E, Storey, R. & Smith, B. 2016. Dispersal distances of aquatic insects: upstream crawling by benthic EPT larvae and flight of adult Trichoptera along valley floors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. Volume 51.

Greenwood, D. & Booker, J. 2016. Influence of hydrological regime and land cover on traits and potential export capacity of adult aquatic insects from river channels, *ecologia*, 180, 2, 551.

Guevara, C. Reinoso, F. & Villa, N. 2005. Estudio del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del Río Coello, Departamento del Tolima. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 17: 59-70. En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Abril-junio de 2016.

Guevara, G. 2004. Análisis faunístico del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del Río Coello departamento del Tolima. Trabajo de grado (M.Sc.). Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología, Ibagué.

Guevara, G. Reinoso, G. & Villa, N. 2007. Caddisfly larvae (Insecta: Trichoptera) of the Coello River Basin in Tolima (Colombia): Spatial and temporal patterns and bioecological aspects. Pp. 113-120. En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Abril-junio de 2016.

Guiller, P. & Björn, M. *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford New York. Oxford University Press. 1998. 296p.

Holzenthall, R. & Flint, J. 1995. Studies of Neotropical caddisflies. LI: systematics of the Neotropical caddisfly genus *Contulma* (Trichoptera: Anomalopsychidae) Smithsonian Contributions to Zoology 575: 1-59.

Holzenthall, R. 1988. Studies in Neotropical Leptoceridae (Trichoptera), VIII: the genera *Atanatolica* Mosely and *Grumichella* Müller (Triplectidinae: Grumichellini). Transactions of the American Entomological Society 114: 71-128.

Holzenthall, R. Blahnik, R., Prather, A., & Kjer, M. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. Zootaxa, 1668, 639-698.

Holzenthall, R. y Blahnik, R. 1995. New species of *Smicridea* (Rhyacophylax) (Trichoptera: Hydropsychidae) from Costa Rica. Entomological News 106: 213-223.

Holzenthall, R. & Flint, J. 1995. Studies of neotropical Caddisflies systematics of neotropical Caddisfly genus *Contutma* (Trichoptera: *Anomalopsychidae*). Smithsonian Contribution to Zoology 575, 59 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2017. Boletín climatológico mensual. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual>.

Ivanov, V. & Sukatcheva, I. 2002. Order Trichoptera Kirby, 1813. The caddisflies (=Phryganeida Latreille, 1810). History of Insects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. 199–222 pp.

Ivanov, V. 2005. Ground plan and basic evolutionary trends of male terminal segments in Trichoptera. Kanagawa, Japan. 207–218 pp.

Kovats Z., Ciborowski J. & Corkum L. 1996. Inland dispersal of adult aquatic insects. *Freshwater. Biology*, 36, 265-176.

Kovats, E., Ciborowski, H. & Corkum, D. 1996. Inland dispersal of adult aquatic insects. *Freshwater Biology*, 36, 265–276.

Kuusela K. & Huusko A. 1996. Post-emergence migration of caddisflies (Trichoptera) into the nearby forest. *Ecological Entomology*, 21, 171-177.

Latorre, I., Gutierrez,R. & Favila, M. 2014. Diversidad genérica de Trichoptera (Insecta) en dos microcuencas del Páramo Rabal (Cundinamarca- Boyacá, Colombia). *Rev. Biol. Trop.* Vol. 62 (Suppl. 2): 97-110.

Lobos, J. 2002. Evaluación de los Contaminantes del Embalse del Cerrón Grande. PAES

Mackay R. 1992. Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49, 617-628.

Mathis, M. 1997. Primary setation of caddisfly larvae (Trichoptera) with emphasis on limnephiloids. *Proceedings of the 8th International Symposium on Trichoptera*. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio, pp. 293–302.

Medellín, F., Ramírez, M & Rincón, M. 2004. Trichoptera del Santuario de Iguaque (Boyaca, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Rev. Colomb. Entomol.* vol.30 no.2.

Miserendino, M. & Pizzolon, L. 2003. Distribution of macroinvertebrate assemblages in the Azul-Quemquemtreu river basin, Patagonia, Argentina. *New zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 37: 525-539.

Morse, J. 2017. Trichoptera World Checklist.

<http://entweb.clemson.edu/database/trichopt/>. Visitado el 29 de marzo de 2017.

Mosquera, Z. & Bejarano, D. 2006. Estudio del orden Trichoptera (Insecta) en dos ecosistemas lóticos del municipio de Quibdo, Chocó-Colombia. VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Ríos y Humedales Neotropicales. Asociación Colombiana de Limnología, Ibagué. 14-20.

Munné, A., Prat, N., Solá, C., Bonada, N. & Rieradevall, M. 2003. A Simple Field Method for Assessing the Ecological Quality of Riparian Habitat in Rivers and Streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, pp.147–163.

Munné, A., Solá, C. & Prat, N. 1998. QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del agua*, (175), pp.20–37.

Muñoz, F. 2000. Especies del orden Trichoptera (Insecta) en Colombia. En: *Revista Biota Colombiana*. Vol. 1, No 3; p. 267-278.

Muñoz, F. 1997. Five new species and a new record of Costa Rican Leptonema Guérin (Trichoptera: Hydropsychidae). *Proceeding of the Entomological Society of Washington* 99: 115.

Muñoz, F. 2004. El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales. Pp. 319-349. En: Fernández, F., Andrade, M.G., y Amat, G. (Eds.). *Insectos de Colombia No 3*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Santafé de Bogotá, Colombia En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y

Latinoamérica. Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Abril-junio de 2016.

Neboiss, A. 1991. Comparative study of tentorial structures in caddis-flies (Trichoptera). University Press, Poznan, Poland. 283–290 pp.

Ospina, R. 2004. Proyecto “Tipología de pequeños ríos en Cundinamarca y la validez de los conceptos ecológicos actuales en los ríos tropicales de montaña”. Contrato Colciencias-Universidad Nacional de Colombia. Resultado No 3. Grupos funcionales de Macroinvertebrados en un río tropical de montaña. Una comparación con los supuestos del RCC.

Ospina, R. y Liévano, A. 2007. Macroinvertebrados de la cuenca del Río Bahamón.

Parkyn S, Smith B. 2011. Dispersal constraints for stream invertebrates: setting realistic timescales for biodiversity restoration. *Environmental Management*. 48:602–614.

Petersen, I., Winterbottom, J., Orton, S., Friberg, N., Hildrew, A., Spiers, D. & Gurney, S. 1999. Emergence and dispersal of adult Plecoptera and Trichoptera from Broasdtone Stream U.K. *Freshwater Biology*. 42, 401-416.

Patiño, G. 2005. Evaluación de la calidad del agua por medio de Bioindicadores. Macroinvertebrados acuáticos en la quebrada la vieja. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Petersen, I., Masters, A., Hildrew, S. & Ormerod, J. 2004. Dispersal of adult aquatic insects in catchments of differing land use. *Journal of Applied Ecology*. Volume 41.

Posada, J. & Roldán, G. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el noroccidente de Colombia. *Caldasia*. 169-152 pp.

Posada, M. & Arroyave, M. 2015. Análisis de la calidad del retiro ribereño para el diseño de estrategias de restauración ecológica en el río La Miel, Caldas, Colombia. *Revista EIA*, 12(23) enero- junio, pp. 117128.

Prather, A. 2004. Revision of the Neotropical caddisfly genus *Banyallarga* (Trichoptera: Calamoceratidae). *Zootaxa* 435: 1-76.

Reinoso, G., Guevara, G. Vejarano, M., García, J y Villa, F. 2008. Evaluación del río Prado a partir de los macroinvertebrados y de la calidad del agua. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 20 (1): 102-116. En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Abril-junio de 2016.

Reinoso, G., Guevara, G., Arias, D., García, J y Villa, F. 2007. Aspectos bioecológicos de la fauna entomológica de la cuenca mayor del río Coello - Departamento del Tolima, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 19 (1):65-72. En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Abril-junio de 2016.

Reinoso-Flórez, G. 1999. Estudio de la fauna béntica del río Combeima, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, Vol: 11 Fasc: 1 pp: 35-44. En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro

décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Abril-junio de 2016.

Resh, V. & Rosenberg, D. 1984. The ecology of aquatic insects. Praeger, Nueva York, EEUU.

Riek, E. 1977. The marine caddisfly family Chathamidae (Trichoptera). Australian Journal of Entomology, 15: 405-419.

Rincón, M. 1998. Composición y distribución altitudinal de los tricópteros en la cordillera oriental (Colombia). 179pp.

Rodríguez, J., Ospina, R., Gutiérrez, J. y Ovalle, H. 2007. Densidad y Biomasa de Macroinvertebrados Acuáticos Derivantes en una Quebrada Tropical de Montaña (Bogotá, Colombia). Caldasia, 29(2), 397-412.

Roldán, G. & Ramírez, J. 2008. Fundamentos de Limnología neotropical. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia.

Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo FENColombia- Conciencias - Universidad de Antioquia. Presencia Ltda. Bogotá.

Roldan, G. 1992. Fundamentos de Limnologia Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 529 p.

Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Abril-junio de 2016.

Roldán, G., 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia Uso del método BMWP/Col. 1st ed., Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

Sánchez, T. 2014. Veinte años en la historia de las evaluaciones de impacto ambiental en Colombia. Capítulo 1. Disponible en: <http://biblovirtual.minambiente.gov.co/MMA-0013-CAPITULO2.pdf>. Recuperado el: 20 de Abril de 2017.

Scarsbrook, M. & Halliday, J. 1999. Transition from pasture to native forest land-use along stream continua: effects on stream ecosystems and implications for restoration. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 33: 293-310.

Sistemática y Biología. (págs. 17-45). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

Smith, B., Collier, K. & Halliday, M. 2002. Composition and flight periodicity of adult caddisfly in New Zealand hill-country catchments of contrasting land use. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 36: 863-878.

Sode A. & Wiberg, P. 1993. Dispersal of adult Trichoptera at a Danish forest brook. *Freshwater Biology*, 30, 439-446.

Springer, M. 2006. Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 54 ISSN 0034-7744: 273-286.

Springer, M. 2010. Capítulo 7: Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 151-198.

Svensson B. 1974. Population movements of adult Trichoptera at a South Swedish stream. *Oikos*, 25, 157-175.

Tindall, A. 1965. The functional morphology of the thorax of *Limnephilus marmoratus* Curtis (Trichoptera: Limnephilidae). Transactions of the Royal Entomological Society of London, 117, 127–166.

Tonello, G., Naziloski, L., Tonin, A., Restello, R. & Hepp, L. 2016. Effect of *Phylloicus* on leaf breakdown in a subtropical stream. *Limnetica*, 35 (1): 243-252

Triplehorn, C. & Johnson, N. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Seventh edition. Library of Congress control Number. Pp 558-570.

Vásquez, J & Reinoso, G. 2012. Estructura de la fauna béntica en corrientes de los Andes colombianos. *Revista Colombiana de Entomología* 38 (2): 351-358. En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Abril-junio de 2016.

Vásquez, J. & Ramírez, F. 2008. Aspectos bioecológicos del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Totare departamento del Tolima. Ibagué. Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Programa de Biología. 166 p.

Vásquez, J. Guevara, G & Reinoso, G. 2013. Impactos de la urbanización y agricultura en cuencas con bosque seco tropical: influencia sobre la composición y estructura de larvas de tricópteros. *Rev. Asoc. Col. Cienc. Biol. (Col.)*, 25: 61-70. En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Abril-junio de 2016.

Vásquez, J., Ramírez, F. Guevara, G & Reinoso, G. 2010. Distribución espacial y temporal de los tricópteros inmaduros de la cuenca del Río Totaré (Tolima, Colombia). *Caldasia* 32 (1): 129-148. En: Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Abril-junio de 2016.

Wantzen, K. & Rueda, G. 2009. Técnicas de Muestreo de Macroinvertebrados Bentónicos.

Ward, J. 1989. The four dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 8 (1) 2-8.

Weaver, J. 1984. The evolution and classification of Trichoptera. Part I: the groundplan of Trichoptera. *Proceedings of the 4th International Symposium on Trichoptera*. 413–419 pp.

Wellnitz, T., LeRoy, N., Cosyleón, G & Steury, B. 2001. Current velocity and spatial scale as determinants of the distribution and abundance of two rheophilic herbivorous insects. *Landscape Ecology*, 16: 111- 120

Wiggins, G.B. (2004) *Caddisflies: the underwater architects*. University of Toronto Press, Toronto, 292 pp.

Williams, N. y Wiggins, G. 1981. A proposed setal nomenclature and homology for larval Trichoptera. 421–429pp.

Wolf, E., Matthias, U & Roldán, G 1988. Estudio del desarrollo de los insectos acuáticos, su emergencia y ecología en tres ecosistemas diferentes en el departamento de Antioquia. *Actualidades Biológicas* 17. (63): 2-27.

Zelada, J. 2012. Análisis de la Riqueza, Composición y abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en el Río Pampumay. Universidad De San Carlos. Guatemala.