

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LOS ÓRDENES TRICHOPTERA Y
ODONATA EN CINCO RÍOS DE LA REGIÓN CENTRAL DEL CAUCA**

JIMENA MONTILLA CARDONA



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
POPAYAN-CAUCA
2012**

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LOS ÓRDENES TRICHOPTERA Y
ODONATA EN CINCO RÍOS DE LA REGIÓN CENTRAL DEL CAUCA**

JIMENA MONTILLA CARDONA

Trabajo de grado para optar el título de Bióloga

DIRECTOR

M.Sc. HILLDIER ZAMORA G

Docente Universidad del Cauca

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
POPAYAN-CAUCA
2012**

Nota de aceptación

Director _____
M.Sc. Hildier Zamora González

Jurado _____
M.Sc. Gerardo Ignacio Naundorf Zans

Jurado _____
Maestrante. Federico Mosquera Guerra

Fecha de sustentación: Popayán, 19 de abril de 2012

DEDICATORIA

A mi esposo Yohany Perafán Campo y a mi hija Sofía Perafán Montilla, quienes merecen todo lo mejor, por su amor, comprensión y compañía.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar las gracias a Dios, por permitirme culminar este trabajo y poner en mi camino personas tan maravillosas con las que he podido contar toda mi vida y las que han hecho de mi una persona con muy buenos valores morales, como lo son mi madre Rubiela Cardona R. y mi padre Héctor Montilla T, mis hermanos Javier y Yolima que siempre han estado allí donde y cuando más los he necesitado, gracias por su apoyo, comprensión y solidaridad.

A mi esposo Yohany Perafán que además de brindarme amor, apoyo y comprensión me colaboro con las extenuantes salidas de campo.

A mi hija Sofía Perafán que es el motor que impulsa mi vida día tras día y quien es mi mas grande motivación.

Al profesor Hildier Zamora, por su dedicación y compromiso para la dirección de este trabajo.

Al profesor Gerardo Naundorf por su disposición y dedicación para realizar las correcciones le agradezco por sus grandes aportes.

Al profesor Federico Mosquera, por brindarme su conocimiento para hacer de este un buen trabajo, por su paciencia y dedicación, mil gracias.

A mi compañero Diego Fernando por su colaboración y disponibilidad.

Y a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN	11
2. INTRODUCCIÓN	12
3. JUSTIFICACIÓN	13
4. OBJETIVOS	14
4.1 Objetivo General.....	14
4.2 Objetivos Específicos.....	14
5. MARCO TEÓRICO	15
5.1 Ecosistema acuático.....	15
5.2 La comunidad de macroinvertebrados acuáticos.....	15
5.3 Orden Trichoptera.....	16
5.4 Orden Odonata.....	17
5.5 Diversidad biológica.....	18
5.5.1 Componentes de biodiversidad.....	20
5.5.2 Métodos de medición de los componentes alfa y beta.....	20
5.5.2.1 Diversidad Alfa.....	20
5.5.2.2 Diversidad beta.....	21
6. ANTECEDENTES	22
7. METODOLOGÍA	24
7.1 Descripción del área de estudio.....	24
7.2 Materiales y métodos.....	24
7.2.1 Fase de campo.....	24
7.2.2 Fase de laboratorio.....	25
7.3 Análisis de datos.....	25
7.3.1 Estructura de la comunidad.....	25
8. RESULTADOS	26
8.1 Descripción de las estaciones de muestreo.....	26
8.1.1 Río Piendamó.....	26
8.1.2 Río Cofre.....	27
8.1.3 Río Palacé.....	27
8.1.4 Río Blanco.....	27

8.1.5 Río Hondo.....	28
8.2 Composición y estructura de Tricópteros y odonatos.....	30
8.3 Variables físico-químicas.....	42
9. CONCLUSIONES.....	43
10. RECOMENDACIONES.....	44
11. BIBLIOGRAFÍA.....	53

FIGURAS

	pág.
Figura 1. Larva acuática de Tricóptero.....	17
Figura 2. Tricóptero adulto.....	17
Figura 3. Metamorfosis completa de un Tricóptero.....	17
Figura 4. Larva acuática de Odonato.....	18
Figura 5. Odonato adulto.....	18
Figura 6. Ciclo de vida de un Odonato.....	18
Figura 7. Mapa del área de estudio.....	24
Figura 8. Río Piendamó.....	26
Figura 9. Río Cofre.....	27
Figura 10. Río Palacé.....	27
Figura 11. Río Blanco.....	28
Figura 12. Río Hondo.....	28
Figura 13. Número de individuos presentes en el río Piendamó.....	30
Figura 14. Número de individuos presentes en el río Cofre.....	31
Figura 15. Número de individuos presentes en el río Palacé.....	31
Figura 16. Número de individuos presentes en el río Blanco.....	31
Figura 17. Número de individuos presentes en el río Hondo.....	32
Figura 18. Porcentaje de abundancia en el río Piendamó.....	33
Figura 19. Porcentaje de abundancia en el río Cofre.....	33
Figura 20. Porcentaje de abundancia en el río Palacé.....	33
Figura 21. Porcentaje de abundancia en el río Blanco.....	34
Figura 22. Porcentaje de abundancia en el río Hondo.....	34
Figura 23. Porcentaje de abundancia en los cinco ríos.....	34
Figura 24. Individuos colectados durante los cuatro meses de muestreo.....	35
Figura 25. Porcentaje de abundancia.....	35
Figura 26. Índices de Shannon-Weaver.....	36
Figura 27. Índices de riqueza de Margalef.....	37
Figura 28. Índices de equidad.....	38
Figura 29. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis.....	40
Figura 30. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis.....	41

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Puntos de muestreo georeferenciados.....	26
Tabla 2. Identificación taxonómica de Tricópteros y Odonatos.....	28
Tabla 3. Índice de Shannon-Weaver.....	37
Tabla 4. Promedio de variables físico-químicas.....	42

ANEXOS.

Pág.

Anexo 1.	Identificación taxonómica de fauna de MAE acompañante.....	45
Anexo 2.	Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis.....	46
Anexo 3.	Soporte estadístico.....	47
Anexo 4.	Imágenes de Tricópteros y Odonatos.....	50

1. RESUMEN

Se estudió la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de los órdenes Trichoptera y Odonata, durante el período comprendido entre los meses de agosto y noviembre del año 2011 en los ríos Piendamó, Cofre, Palacé, Blanco y Hondo que se encuentran en la región Central del Departamento del Cauca y hacen parte de cuenca alta del Río Cauca, se originan en el flanco occidental de la cordillera central. Localizados entre $2^{\circ} 37.730'N$ $76^{\circ} 31.586' O$ y $2^{\circ} 25.869'N$ $76^{\circ} 38.030' O$ y altitud entre 1720 y 1807 msnm. Se colectaron en total 2196 individuos de los cuáles 1729 pertenecían a los órdenes Trichoptera y Odonata. El género más abundante fue *Leptonema* con un 68,69%, seguido por *Hetaerina* con 19,61%, *Smicridea* 9,37% y los dos menos abundantes fueron *Progomphus* y *Atopsyche* con 2,37% y 0,06% respectivamente. El índice de diversidad de Shannon estuvo entre 1,09 y 0. Mientras que el de riqueza de Margalef presentó valores entre 0,92 y 0. El análisis de diversidad beta a través de la prueba de similitud Bray-Curtis se estableció que los ríos Piendamó y Palacé presentan 89% de similaridad.

Palabras Claves: Composición, Estructura, Tricópteros, Odonatos.

2. INTRODUCCIÓN

La composición y la abundancia de especies definen la estructura de las comunidades de Tricópteros y Odonatos las cuáles se van a ver influenciadas y determinadas por varios factores como son, la disponibilidad de luz, la oferta de alimento, la presencia de depredadores, las características físicas y químicas del agua donde se encuentran, entre otras. Factores que determinan la presencia de ciertas familias de estos organismos en unos sitios y su reemplazo por familias diferentes en otros. por tanto la importancia de este estudio en los ríos Piendamó, Cofre, Palacé, Blanco y Hondo que hacen parte de cuenca alta del Río Cauca y se encuentran en la región Central del Departamento del Cauca, radica en establecer el número de taxa presente en los diferentes ríos para los órdenes Trichoptera y Odonata además, la riqueza de especies y su abundancia, con el fin de que la información obtenida se pueda emplear como base para futuras investigaciones, además de representar valiosa información para el estudio de los ecosistemas acuáticos en el departamento del Cauca.

Dado que los ecosistemas de agua dulce sostienen comunidades complejas de macroinvertebrados, compuestas por una gran cantidad de grupos que presentan requerimientos tróficos muy heterogéneos, su actividad influye de manera determinante en el funcionamiento de los ecosistemas fluviales. Estas comunidades se constituyen por, herbívoros, predadores y descomponedores, por lo que establecen un vínculo fundamental entre las diversas fuentes de energía que aparecen en los ecosistemas fluviales y los predadores superiores (Allan, 1995). El estudio de las comunidades de Tricópteros y Odonatos es de relevante importancia al ser estos macroinvertebrados, un componente importante dentro de los ecosistemas acuáticos aportando riqueza, diversidad también se destacan por que son uno de los integrantes más diversos en este tipo de ecosistemas, estableciéndose en diversos microambientes o nichos funcionales son un eslabón de considerable importancia en la dinámica metabólica, constituyendo un componente de producción secundaria fundamental y por lo tanto una vía de flujo energético considerable para otros niveles tróficos (González y García, 1984).

Asimismo, la diversidad biológica de estos ecosistemas empieza a ocupar un papel relevante dentro del conjunto de preocupaciones que determinados científicos, conservacionistas y en general un número creciente de personas muestran por su deterioro (Brown, 1997) y que según Rivera *et al* (2008) es nuestro deber aprovechar la diversidad de la entomofauna acuática para el planeamiento y manejo conservacionista de la misma y del recurso hídrico ya que estos organismos reflejan las características de su medio y son muy sensibles a cambios ambientales, por esto se encuentran en un alto riesgo a desaparecer al igual que su ambiente.

3. JUSTIFICACIÓN

Los ríos Piendamó, Cofre, Palacé, Blanco y Hondo, hacen parte de la región central del departamento del Cauca los cuales en la actualidad están siendo sometidos a diferentes tensores antrópicos tales como; descarga de aguas servidas urbanas, extracción de arena y el paso de la vía panamericana, los cuales generan cambios en la estructura y composición de las comunidades de tricópteros y odonatos debido principalmente a la contaminación de estas fuentes hídricas por el lavado de la carretera que contiene combustible, aceites y demás desechos generados por el tránsito vehicular. A ello se suma el depósito de basuras por parte de los transeúntes, que en conjunto alteran las condiciones ecológicas de estos ecosistemas acuáticos. En consecuencia la riqueza y diversidad de estos macroinvertebrados se ve altamente afectada, en gran parte por la degradación del hábitat, de allí la importancia del desarrollo de esta investigación la cual permitió determinar la estructura de las comunidades de los órdenes Trichoptera y Odonata principalmente para conocer que tan afectadas están siendo estas comunidades según los índices de diversidad, por otro lado para enriquecer el conocimiento sobre los estudios de macroinvertebrados en el Cauca y generar la posibilidad de desarrollar nuevos proyectos que utilicen los resultados obtenidos como referencia, entre los que podrían estar, estudios sobre la biología, taxonomía y ecología de estos organismos, considerando que conocer los patrones que influyen en la estructura de una comunidad es un importante propósito ecológico ya que tiene implicaciones para la conservación de la diversidad (Ospina-Bautista *et al* 2004).

Por otro lado, la fauna béntica representa un considerable e importante papel en los ecosistemas lóticos, proporcionando valiosa información en el momento de realizar el seguimiento a este tipo de ecosistemas además permiten evaluar y medir procesos de cambio, actuando estos como testigos del nivel del deterioro ambiental de los ecosistemas acuáticos, con las posibilidades de buscar soluciones de manejo adecuadas para garantizar la permanencia de estos ambientes y su funcionalidad a través del tiempo, así como la implementación de acciones de conservación.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la estructura y composición de las comunidades de Tricópteros y Odonatos en los Ríos, Piendamó, Cofre, Palacé, Blanco y Hondo de la región Central del Departamento del Cauca

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el número de taxa encontrados en los diferentes ríos para los órdenes Trichoptera y Odonata, la riqueza y su abundancia.
- Conocer la fauna de macroinvertebrados acuáticos acompañante.
- Aportar al conocimiento regional de la fauna macro invertebrada acuática de la región central del departamento del Cauca.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 El ecosistema acuático

Este tipo de ecosistema es considerado por muchos autores como uno de los más importantes por encontrarse en ellos mayor diversidad biológica, de allí la importancia de su estudio. Igualmente es de gran importancia conocer las modificaciones antrópicas que año tras año están sufriendo y sus consecuencias, particularmente la desaparición o reducción de manera sustancial de algunas especies que conforman las comunidades bióticas, entre ellas las comunidades de macroinvertebrados, las cuales con un inmenso número de especies realizan interacciones biológicas de gran importancia.

5.2 La Comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos tienen un tamaño superior o igual a 0,5 mm de largo según Roldán (2008), lo cual hace que puedan ser reconocidos a simple vista. Estos organismos son importantes desde el punto de vista ecológico ya que constituyen la base de la cadena alimentaria, son alimento de otros organismos y a la vez se alimentan de materia orgánica, o también los hay de hábitos carnívoros. Es así como este grupo de organismos juega un papel crítico en el flujo natural de la energía y los nutrientes (Barinas, 2008). La riqueza y complejidad de los macroinvertebrados presentes en los cuerpos lóticos ha sido ampliamente establecida y se debe principalmente a la heterogeneidad espacial y temporal de los factores abióticos y hábitats, que permiten la coexistencia de especies. Los ciclos de vida permiten que todos sus estados puedan aprovechar los recursos (alimento, espacio) de los ecosistemas acuáticos y el rol de los depredadores puede prevenir que muchas poblaciones alcancen altas densidades, impidiendo que ciertas poblaciones abunden más que otras.

La paulatina intervención de los cuerpos acuáticos epicontinentales hace un llamado inminente al estudio de los componentes abióticos y biológicos y el funcionamiento natural de estos sistemas, como una forma de poder cuantificar y predecir futuras alteraciones que conlleven a realizar un control y conservación de un ecosistema, así “un especialista del agua, al igual que un especialista clínico, deben conocer los métodos y los equipos que le permitan hacer una evaluación más certera del cuerpo en estudio” (Roldán, 1996).

La estructura de las comunidades lóticas, en general están controladas por muchos factores, como: interacciones abióticas entre especies (depredación, competencia, parasitismo, etc.), como también por factores abióticos (temperatura, velocidad del agua, descarga, etc.) (Townsend, 1989; Poff, 1992; Death y Winterbourn, 1995; Ramírez y Pringle, 1998;).

Para aprovechar los diferentes recursos tróficos que existen en los ecosistemas fluviales, los macroinvertebrados acuáticos poseen alta variedad de adaptaciones morfológicas, estructurales y de comportamiento (Alonso y Camargo, 2005). Esto hace posible que los macroinvertebrados estén presentes en una amplia variedad de micro ecosistemas.

5.3 Orden Trichoptera

Con más de 1.350 especies citadas para América del Sur. Uno de los trabajos taxonómico sobre tricópteros de Colombia es el publicado por Flint (1991), específicamente para el Departamento de Antioquia. En dicho trabajo, Flint comunicó la presencia de 124 especies en la región, clasificadas en 37 géneros y 14 familias. De esas 124 especies, 69 (55%) fueron especies nuevas Para Colombia. Muñoz (2000) informa de 210 especies del Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia válidas (1 subespecie) y documentadas en la literatura (10%), clasificadas en 45 géneros (29%) y 13 familias (54%) y aproximadamente 300 para la Argentina, puede considerarse que Trichoptera es uno de los órdenes de insectos de agua dulce más diversificados (Domínguez y Fernández, 2009).

Muchas de las especies son de tonalidades más bien opacas, en colores cafés y grises. Pero otras especies se destacan claramente por un color verde claro neón, encontradas en las rocas en sectores de aguas oxigenadas de los ríos. La característica esencial de todos estos es la estructura curva, con un abdomen largo y segmentado, y unas pequeñas patas saliendo del tórax. Algunas de las larvas son depredadoras, por lo que dedican su existencia a arrastrarse por el lecho del río, buscando presas. Los tricópteros o frigáneas, llamados en inglés caddisflies, moscas lanudas (Flint, 1981), generalmente tienen un ciclo vital de un año de duración (Wetzel, 1981); son insectos semejantes a mariposas nocturnas, de tamaño pequeño a grande (1 a 30 mm) con larvas y pupas acuáticas. La mayoría son de colores bastante sombríos con manchas cafés. Unos pocos son más brillantemente coloreados, con o sin manchas contrastantes en las alas anteriores. El cuerpo y los apéndices, especialmente las alas anteriores, están cubiertos por pelos (raramente escamas). Las antenas son largas y filiformes, generalmente tan o más largas que el cuerpo. Presentan ojos compuestos y los ocelos pueden o no estar presentes. Las piezas bucales, especialmente las mandíbulas, están reducidas, pero los palpos maxilares (de 5 segmentos o menos en algunos machos) y labiales (de 3 segmentos) son notables. Sus alas membranosas cuando están en reposo se mantienen sobre el cuerpo y toman una posición oblicua en forma de techo. La venación de las alas es bastante generalizada y ambas poseen una pequeña mancha, la nigma, en la bifurcación de las venas R4 y R5. Las patas son largas y delgadas, con espinas tibiales prominentes. La cabeza, el pronoto y el mesonoto tienen "verrugas de setas" sobresalientes y características (Muñoz-Q., 1999). Los tricópteros son insectos holometábolos (pasan por una metamorfosis completa, identificándose claramente su etapa de huevo, larva, seguida por la pupa y finalmente el adulto), cuyas larvas viven en todo tipo de hábitat (lóticos y lénticos), pero en los lóticos fríos es donde parece presentarse la mayor diversidad. La mayoría de los tricópteros requieren de uno a dos años para su desarrollo, a través de los cuales pasan por cinco a siete estadios (Flint, 1981). (Ver figuras 1, 2 y 3)



Figura 1. Larva acuática de Tricóptero. Fuente: Imágenes google. <http://www.monografias.com/trabajos82/macroivertebrados-rio-combeima/macroivertebrados-rio-combeima2.shtml>



Figura 2. Tricóptero adulto. Fuente: imágenes google. <http://www.usc.es/banim/doc/Hidrobiol/docs/inv est01a.htm>

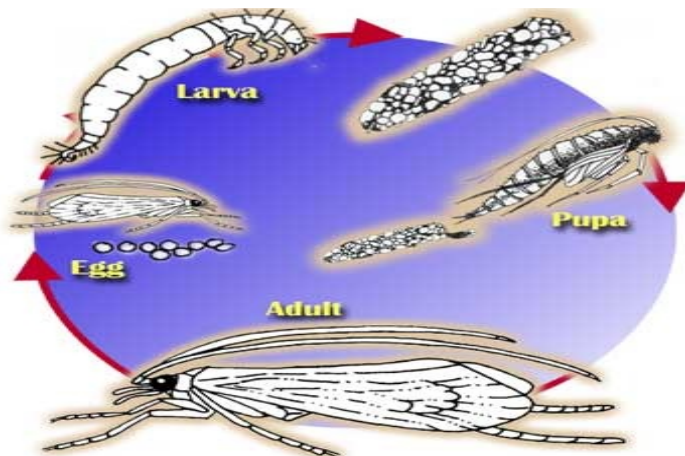


Figura 3. Metamorfosis completa de un Tricóptero. Fuente: imágenes google. <http://lasmoscasdepaco.blogspot.com/2010/05/tricopteros.html>

5.4 Orden Odonata

Odonata es un orden relativamente pequeño que reúne mundialmente a unas 5700 especies, aproximadamente un tercio de las cuáles se hallan en la región Neotropical. El país con el mayor número de especies conocidas es Brasil, seguido por Venezuela y Perú. Sin embargo hay grandes áreas donde la fauna de odonatos es aun poco conocida, como por ejemplo gran parte de Colombia y Bolivia, por lo que las cifras conocidas en la actualidad probablemente no representen la distribución real de su biodiversidad (Domínguez y Fernández 2009).

Las larvas viven por regla general en ambientes dulceacuícolas y crecen a través de varios estadios larvales, y el número exacto de mudas así como la longitud total del estado larval dependen de la temperatura del agua y la disponibilidad de alimento (Domínguez y Fernández 2009). Los odonatos son depredadores, sus presas constituyen invertebrados acuáticos e insectos, incluyendo a otros odonatos, e incluso renacuajos y a pequeños peces cuando la larva es lo suficientemente grande; sus piezas bucales son de tipo masticador, estando todos los apéndices fuertemente dentados; las antenas son reducidas o filiformes; los ojos, muy

desarrollados; hay siempre tres ocelos situados sobre un pequeño saliente del vértice. El tórax está formado por un protórax pequeño y móvil y un mesotórax unido al metatórax. Las patas son débiles, dirigidas hacia adelante, e intervienen en la captura de las presas; los dos pares de alas son membranosas y casi iguales con nervación abundante. El abdomen, estrecho y largo, comprende 10 segmentos, de los cuáles los dos últimos lleva de 2 a 4 apéndices. El orificio genital del macho está situado en el noveno esternito, pero el aparato copulador, complicado, está desarrollado a expensas del segundo y tercer esternito. En sus clasificaciones tres subórdenes: Zygoptera, Anisoptera y Anisozygoptera, clasificaciones basadas en caracteres morfológicos del imago, fundamentalmente referidos a la venación alar (Grassé. 1930). (Ver Figura 4, 5 y 6)



Figura 4. Larva acuática de Odonato. Fuente: imágenes google.
<http://brachypodium.blogspot.com/2009/05/orden-odonata.html>



Figura 5. Odonato adulto. Fuente: imágenes google.
<http://carlosprieto.net/index.php/2011/01/libelulas/>

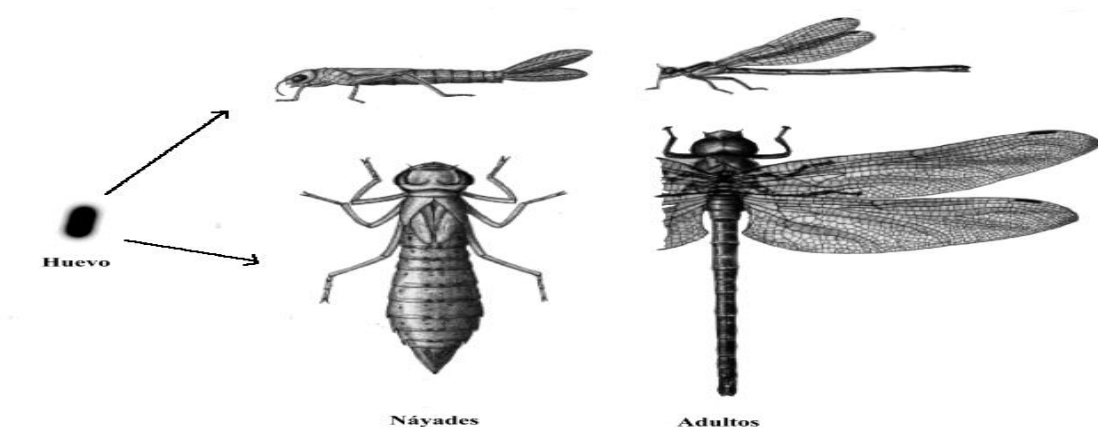


Figura 6. Ciclo de vida de un Odonato. Fuente: imágenes google.
<http://www2.udec.cl/~sanidad-forestal/sanidad1/Unidad4.htm>

5.5 Diversidad biológica

Según el Convenio de Naciones Unidas sobre Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica, se entiende por Diversidad Biológica la variedad de los organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres y acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. La Diversidad Biológica incluye tres niveles o categorías jerárquicas diferentes: la genética, la de especies y la de los ecosistemas.

- Diversidad o variedad genética entre una misma especie (variedad intraespecífica).
- Diversidad o variedad de especies dentro de ecosistemas.
- Diversidad o variedad de ecosistemas y/o biomas en la biosfera (la biosfera es la parte de la corteza terrestre en la cual es posible la vida).

La diversidad genética es la cantidad total de información y variación genética que existe dentro de cada especie. Existen distintos genes y muchos de ellos se expresan en el ámbito individual; son heredables y resultan ser la materia prima de la selección natural. Un ejemplo claro de este último aspecto es la propia especie humana, cuya diversidad genética le ha permitido adaptarse a condiciones de vida muy diferentes a lo largo de su proceso evolutivo.

La diversidad de especies es la variedad existente entre los organismos vivos de un sistema ecológico o ecosistema. También se le denomina riqueza de especies en un ecosistema.

La variedad de ecosistemas es entendida como la diversidad de comunidades bióticas y los procesos ecológicos que ocurren en determinadas áreas; lo anterior incluye a las especies que las componen, los procesos ecológicos que desempeñan y los cambios en la composición de especies de una región a otra. También se le conoce como diversidad ecológica. Por biomas consideramos las grandes unidades ecológicas, que pueden desarrollarse en diferentes áreas de la región, por ejemplo: los bosques de neblinas, las estepas, etc.

El estudio de la diversidad en el campo de la Ecología ha sido un tema de análisis de gran importancia, referenciado en la variedad de especies presentes en un espacio y tiempo definido, las cuales interactúan en procesos de selección, adaptación y competencia dentro de un marco histórico evolutivo en diferentes ecosistemas (González, 2005).

La biodiversidad enriquece nuestra calidad de vida de formas difícilmente cuantificables. Que haya gran variedad de organismos vivos permite que otros organismos aprovechen los recursos disponibles. Por ejemplo, los árboles proporcionan hábitat y alimento a aves, insectos, otras plantas y animales, hongos y microorganismos.

La diversidad biológica es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas. Cada especie desempeña un papel particular dentro de un ecosistema, y cada una de las especies depende de otras para la alimentación, vivienda u otros recursos. La pérdida de una sola especie, por tanto, puede tener profundos efectos en el conjunto del ecosistema, especialmente si se trata de “especies clave”. Se ha demostrado que los hábitats con mayor diversidad biológica están en mejores condiciones de adaptarse y recuperarse de las posibles perturbaciones.

Desde siempre los humanos hemos dependido de la biodiversidad. Algunos de los recursos biológicos de los que nos servimos son:

- Alimentos: especies que se cazan, pescan y recolectan, así como las cultivadas para agricultura, silvicultura o acuicultura.

- Refugio y abrigo: la madera y otros productos forestales y fibras como la lana y el algodón.

- Medicinas: tanto en medicina tradicional como las sintetizadas a partir de recursos biológicos.

Además de éstos, la biodiversidad nos suministra otros servicios indirectos, entre los que se incluyen algunos más sutiles como disponer de agua potable, aire limpio y suelos fértiles. La pérdida de poblaciones, especies o grupos de especies de un ecosistema, puede alterar su funcionamiento normal e interrumpir estos servicios ecológicos. Por ejemplo, reducciones en poblaciones de abejas y otros insectos podrían provocar disminuciones en la polinización de árboles frutales y flores.

En el presente estudio la diversidad que presentan los órdenes ya mencionados son el resultado de una serie de tensores antrópicos, reflejando en los índices de diversidad el efecto que estos tienen sobre las comunidades de Tricópteros y Odonatos y como consecuencia la vulnerabilidad que estas tienen para desaparecer, viéndose seriamente afectado el sistema donde se encuentran.

5.5.1 Componentes de biodiversidad

La biodiversidad tiene tres componentes para medir y monitorear los efectos de actividades naturales y humanas (Moreno, 2001), siendo estos componentes, la diversidad alfa que explica la riqueza de especies de una comunidad particular homogénea, la diversidad beta que tiene en cuenta el grado de cambio en la composición de especies en diferentes comunidades en el paisaje, y la diversidad gama, que es el resultado de relacionar la diversidad alfa y beta.

5.5.2 Métodos de medición de los componentes alfa y beta

En este estudio la diversidad alfa y beta son los componentes que se tienen en cuenta para establecer la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados.

5.5.2.1 Diversidad Alfa

Índice de riqueza específica: es la manera más sencilla de medir la biodiversidad, teniendo en cuenta básicamente el número de especies presentes (Moreno, 2001). La riqueza específica se expresara por medio del índice de diversidad de Margalef cuya fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

- Índices de estructura: tiene en cuenta las abundancias relativas de cada especie en un sitio específico (Moreno, 2001).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener, expresa la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la muestra, expresado mediante la fórmula:

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

Donde:

p_i = es la proporción de especies n_i sobre el total de especies N .

Y el Índice de equidad, donde toda comunidad tiene un límite en el número de especies que puede albergar. A este límite llamamos diversidad máxima (H_{max}) y lo podemos comparar con la diversidad observada en la comunidad en estudio. La igualdad de la distribución de las especies está dada por el índice de equidad (E) el cual mide la diversidad bajo condiciones de máxima equidad y la compara con el índice de la diversidad de especies obtenido. De esta manera mientras más se asemeje H a H_{max} , mayor será el índice de equidad, lo que indica que la comunidad estudiada está más cerca del límite de especies que puede albergar. Para calcular E utilizamos la siguiente ecuación:

$$E = H / H_{max}$$

Donde:

E = índice de equidad H = diversidad de las especies observada

H_{max} = diversidad máxima de especies = $\log_2 S$

La importancia de estos índices de diversidad es que incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad

5.5.2.2 Diversidad beta

- Índice de similitud/disimilitud: expresan el grado en que dos o más muestras son semejantes por las especies presentes, siendo una medida inversa de la diversidad beta (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975. Tomado de Moreno, 2001).

6. ANTECEDENTES

En los trabajos realizados con macroinvertebrados acuáticos se ha visto el importante papel que representan estos organismos, a la hora de generar respuesta a los cambios ambientales, variando de esta manera la composición de especies debido a sus requerimientos y características especiales. Por lo tanto, la comunidad de macroinvertebrados de la mayoría de los ecosistemas acuáticos pueden servir de guía para conocer y determinar el estado de estos (Hauer y Resh, 1996). El uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas (ríos, lagos o humedales) está generalizándose en todo el mundo. Un resumen de esta tradición y de los métodos actualmente usados, así como una valoración de sus ventajas e inconvenientes se puede encontrar en Bonada *et al* (2006) donde se incluye una visión histórica del tema, y una extensa bibliografía. El uso de especies o conjuntos de “especies indicadoras” implica asumir que la presencia de un organismo indicador es el reflejo de las condiciones del medio (Riss *et al.* 2002).

Los estudios con macroinvertebrados acuáticos realizados para el Cauca cada vez se están haciendo mas comunes, se han realizado trabajos que brindan un considerable aporte al conocimiento de los insectos acuáticos como lo son: Zamora(1996), que estudio los aspectos bioecológicos de las comunidades de Macroinvertebrados dulceacuícolas en el departamento del Cauca, en el año 1997 Zamora determinó los niveles de alteración de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos del río Molino por efectos de las actividades antrópicas y la contaminación doméstica; en el 2002 este mismo autor hace un análisis biogeográfico de los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE), Orozco y Rojas (2009) estudió la influencia de algunos factores ecohidráulico sobre la abundancia y preferencia de su hábitat de macroinvertebrados acuáticos en un tramo del río Palacé, Feriz, y Ortega. (2009) Determinaron la calidad del agua de la quebrada La Cantera, empleando comunidades de macroinvertebrados y parámetros físico-químicos como indicadores, Muñoz (2010) determinó la calidad biológica de la quebrada la victoria con base en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, Gutiérrez (2010) evalúa la calidad biológica y físico-química del agua y su capacidad de autodepuración en un tramo del río cofre, con base en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.

En Colombia, Roldán (1988) realizó la guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos de Antioquia constituyéndose como base para nuevos estudios. Zúñiga, *et al* (2003). Estudió el Orden Ephemeroptera en Colombia. Molano *et al* (2005) realizaron el listado de la familia Gerridae de Colombia registrando 52 especies. Romero *et al* (2006 a, b) estudiaron los Ephemeroptera y Trichoptera del Parque Nacional Natural cueva de los Guácharos en el Huila, Colombia. Latorre *et al* (2006) evaluaron las variaciones espacio temporales de la comunidad de insectos acuáticos en el departamento de Cundinamarca. Posada y Roldan (2003) elaboraron una clave para el noroccidente de Colombia del orden Trichoptera. Torres *et al* (2006) estudiaron las comunidades de insectos acuáticos en el río Tutunento del departamento del Chocó, Colombia. Rojas, *et al* (2006) realizaron una contribución al conocimiento de los chinches semiacuáticos en ambientes lóticos y lénticos del departamento de Risaralda, Colombia. Reinoso, *et al* (2007) investigo la distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la

cuenca del río Cohello. López (2008) estudió la variación temporal de la fauna del orden trichoptera en la cuenca del río Prado. También esta García, et al (2008). Quienes estudiaron la Estructura y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Dagua (Andén Pacífico vallecaucano- Colombia).

7. METODOLOGÍA

7.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los ríos, Hondo, Blanco, Palacé, Cofre y Piendamó hacen parte de cuenca alta del Río Cauca, se encuentran en la región Central del Departamento del Cauca, nacen en el flanco occidental de la cordillera central (Fig. 1). Localizados entre N: 2° 37.730' O: 76° 31.586' y N: 2° 25.869' O: 76° 38.030' y altitud entre 1720y 1807 msnm, con una temperatura media de 17-20°C, una precipitación media anual de 2000 mm. Encontrándose al norte el río Piendamó primer punto de muestreo y al sur el río Hondo punto final, localizados a una distancia de 1 y 33 Km del Municipio de Popayán respectivamente. Según Holdridge corresponde a una zona de vida de Bosque húmedo con transición a bosque muy Húmedo premontano (bh/bmh-Pm), además estos ríos tienen algo en particular y es que están atravesados por la vía panamericana. (Ver Figura 7.)

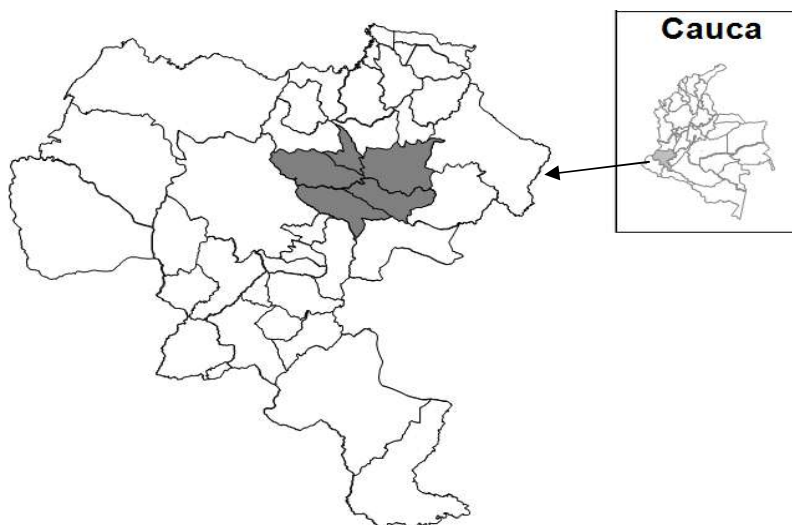


Figura 7. Mapa del área de estudio. Fuente: Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales Universidad del Cauca

7.2 MATERIALES Y MÉTODOS

7.2.1 Fase de campo

- Para la colecta de muestras cuantitativas de macroinvertebrados se utilizó Una red Surber de 50 cm de lado (0.25m²), realizando 4 repeticiones por microambiente, abarcando en el muestreo 1 m². Este método está definido para Sustratos Pedregosos (Roldan, 2008). Se realizaron muestreos por un período de cuatro meses, una vez al mes. Para cada río se muestreo aproximadamente a la misma distancia del puente que comunica la vía panamericana, estableciéndose dos puntos de muestreo M1y M2, en tres microambientes diferentes (macrófitas, piedra y arena) para establecer en cuál de ellos es posible encontrar un mayor número de individuos. los datos

de cada río se compararán para ver cómo se distribuyen las comunidades de macroinvertebrados en los ríos y cuál es su composición.

- Se preservaron los invertebrados acuáticos bentónicos en recipientes con alcohol al 70% por cada río muestreado.
- Mediante la utilización de kits AquaMerck se tomaron datos de gases disueltos y sistema buffer pH. Para la temperatura se utilizó un termómetro de precisión.
- Para la ubicación de los sitios de trabajo se empleó un GPS para cartografía Geo-referenciando así los puntos de muestreo.

7.2.2 Fase de laboratorio

- Las muestras de macroinvertebrados acuáticos se separaron para conteo e identificación en el laboratorio de RHC de la Universidad del Cauca, mediante la utilización de estereomicroscopios, guías visuales y claves específicas para el estudio de estos organismos como, Roldán (1988) y las de Domínguez y Fernández (2009).

7.3 ANÁLISIS DE DATOS

7.3.1 Estructura de la comunidad



- Se realizó un análisis de los índices cuantitativos, con el propósito de medir la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos con base en las densidades, se utilizó el Índice de Shannon-Weaver (1949), índice de equidad y el Índice de Riqueza de Margalef, calculándolos con el programa Past. Exe.
- Para encontrar la similitud existente entre las estaciones de muestreo a partir de la composición de macroinvertebrados, se aplica el Índice de similaridad/disimilaridad de Bray-Curtis, representado por un dendrograma, calculado a través del software programa Past. Exe.



8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación son los obtenidos en los cinco ríos de estudio con respecto a los órdenes Trichoptera y Odonata.

8.1 Descripción de las estaciones de muestreo

Los puntos de muestreo se presentan en la Tabla 1 con sus respectivas coordenadas especificando hacia qué dirección fue tomada la muestra con relación a la vía panamericana, datos suministrados por un GPS Garmin. Esto de gran importancia para realizar futuros estudios en los cuáles se quiera comparar los resultados obtenidos en esta investigación y conocer de qué manera han variado las comunidades de macroinvertebrados para posteriormente realizar los análisis de los cambios en el ecosistema. Determinando así los factores que generan dichos cambios.

Tabla 1. Puntos de muestreo georeferenciados  (aguas arriba del puente), (aguas abajo del puente) 

RÍOS	CÓRDENADAS 	PRECISION	CÓRDENADAS 	PRECISION	ALTURA
PIENDAMO	N 02° 37.730' WO76° 31.586'	19.6 m	N 02° 37.716' WO76° 31.610'	11.6	1790m
COFRE	N 02° 33.487' WO76° 34.184'	17.6m	N 02° 33.463' WO76° 34.158'	18.2	1778m
PALACE	N 02° 32.411 ' WO76° 33.738'	11.8m	N 02° 32.385' WO76° 33.715'	13m	1751m
BLANCO	N 02° 30.358' WO76° 23.456'	11.1m	N 02° 30.392' WO76° 33.468'	16.8m	1807m
HONDO	N 02°25.869' WO76° 38.030'	17m	N 02°25.741' WO76° 37.960'	14.7m	1720m

8.1.1 Río Piendamó

El primer río se encuentra a una altura de 1790 m.s.n.m. En las laderas adyacentes se encuentran cultivos de café, plátano, yuca, frutales, vegetación herbácea y arbustiva, viviendas. Se observa que el río tiene un lecho pedregoso. (fig. 8)

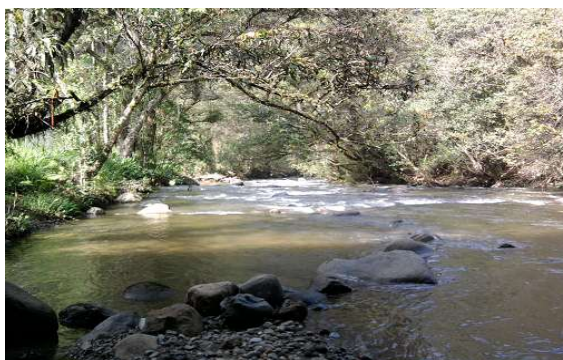


Figura 8. Panorámica de los diferentes microambientes muestreados en el ecosistema acuático del río Piendamó

8.1.2 Río Cofre

Se encuentra ubicado a una altura 1778 m.s.n.m. Este río presenta en sus orillas grandes árboles y plantas herbáceas, en la parte alta cerca a el puente que lo atraviesa se observa restos de vegetación quemada. El lecho que presenta este río es pedregoso. (Ver Figura 9).



Figura 9. Panorámica de los diferentes microambientes muestreados en el ecosistema acuático del río Cofre

8.1.3 Río Palacé

Ubicado a 1751 m.s.n.m de altura, el río es un lugar rodeado de vegetación herbácea y arbustiva. El lecho de este río está compuesto en su mayoría por piedras. (Ver Figura 10).



Figura 10. Panorámica de los diferentes microambientes muestreados en el ecosistema acuático del río Palacé

8.1.4 Río Blanco

Se encuentra a una altura de 1807 m.s.n.m presenta en sus orillas vegetación de tipo herbácea y arbustiva, el color del agua es bastante turbia, debido posiblemente a la acumulación de lodo o material en descomposición, con lecho predominantemente arenoso. (Ver Figura 11).



Figura 11. Panorámica de los diferentes microambientes muestreados en el ecosistema acuático del río Blanco

8.1.5 Río Hondo

Ubicado a 1720 m.s.n.m. de altura se encuentra rodeado por montañas cubiertas de vegetación y algunas viviendas, cultivos de café y plátano. En sus orillas sobresalen grandes rocas, su lecho es arenoso, y precisamente por ello se realiza la extracción de arena y grava. (Ver Figura 12).



Figura 12. Panorámica de los diferentes microambientes muestreados en el ecosistema acuático del río Hondo

Tabla2. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos de los órdenes Trichoptera y Odonata presentes en cinco ríos de la región central del Cauca. T1 (macrófitas), T2 Piedra (P), T3 (Arena). A (aguas arriba del puente), B (aguas abajo del puente). Mes1 (agosto), Mes2 (septiembre), Mes3 (octubre), Mes4 (noviembre).

RÍO	ÓRDEN	FAMILIA	GÉNEROS	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			TOTAL														
				A	B	T1	A	B	T1	A	B	T1	A	B	T1		A	B	T1	A	B	T1	A	B	T1	A	B	T1	A	B
PIENDAMÓ	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	51	30	5	71	43	0	45	33	1	63	58	0	23	12	0	59	16	0	19	4	0	49	30	0	612		
			<i>Smicridea</i>	5	0	0	29	0	0	7	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	12	0	81	
		Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
COFRE	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	8	2	0	12	0	0	16	0	0	0	0	0	6	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	1	50		
			Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	13	9	0	23	10	3	15	19	0	21	3	1	4	1	0	5	2	0	3	1	0	6	0	0	139
			gomphidae	<i>Progomphus</i>	0	3	5	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	2	22	
PALACÉ	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	48	0	12	59	2	0	54	0	4	58	0	0	43	0	0	62	0	0	57	0	0	38	0	2	439		
			<i>Smicridea</i>	6	0	0	2	0	0	7	0	0	5	0	0	4	0	0	2	0	0	4	0	0	5	0	0	35		
		Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	10	0	4	4	0	0	3	0	0	7	0	0	0	0	3	4	0	0	5	0	0	6	0	1	47	
BLANCO	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	9	5	0	15	2	0	16	0	0	14	1	0	3	0	0	7	0	0	5	0	0	2	0	0	79		
			<i>Smicridea</i>	3	0	0	4	0	0	4	1	0	0	3	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
		Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	3	0	0	11	0	0	8	0	0	5	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	39	
		gomphidae	<i>Progomphus</i>	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	
HONDO	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
			<i>Smicridea</i>	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	12	0	28		
		Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	7	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
		gomphidae	<i>Progomphus</i>	0	0	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	1	14	
TOTAL				184	52	33	237	66	28	192	53	5	205	68	4	90	14	5	149	25	0	100	29	7	111	55	17	1729		

8.2 Composición y estructura de las comunidades de Tricópteros y Odonatos

Se colectó un total de 1729 individuos pertenecientes a los órdenes Trichoptera y Odonata, Phylum Artrópoda, Clase insecta, distribuidos de la siguiente manera:

- Río Piendamó: Orden Trichoptera, Familia Hydrobiosidae, géneros *Atopsyche* 1 ind/m². De la Familia Hydropsychidae, los géneros *Smicridea* y *Leptonema* con 81 y 612 ind/m² respectivamente. Para el Orden Odonata, Familia Calopterygidae, género *Hetaerina* se encontraron 139 ind/m². (ver Figura 13)
- Río Cofre: Orden Trichoptera De la Familia Hydropsychidae, el género *Leptonema* con 50 ind/m². Para el Orden Odonata, Familia Calopterygidae, género *Hetaerina* se encontraron 99 ind/m², y la Familia gomphidae, género *Progomphus* 22 ind/m². (ver Figura14)
- Río Palacé: Orden Trichoptera De la Familia Hydropsychidae, los géneros *Smicridea* y *Leptonema* con 439 y 35 ind/m² respectivamente. Para el Orden Odonata, Familia Calopterygidae, género *Hetaerina* 47 ind/m². (ver Figura 15)
- Río Blanco: Orden Trichoptera, Familia Hydropsychidae, los géneros *Smicridea* y *Leptonema* con 79 y 18 ind/m² respectivamente. Orden Odonata, Familia Calopterygidae, género *Hetaerina* se encontraron 39 ind/m² y la Familia gomphidae, género *Progomphus* 5 ind/m² (ver Figura 16)
- Río Hondo: Orden Trichoptera, Familia Hydropsychidae, los géneros *Smicridea* y *Leptonema* con 6 y 28 ind/m² respectivamente. Orden Odonata, Familia Calopterygidae, género *Hetaerina* se encontraron 15 ind/m². De la Familia gomphidae, género *Progomphus* 14 ind/m². (ver Figura 17)

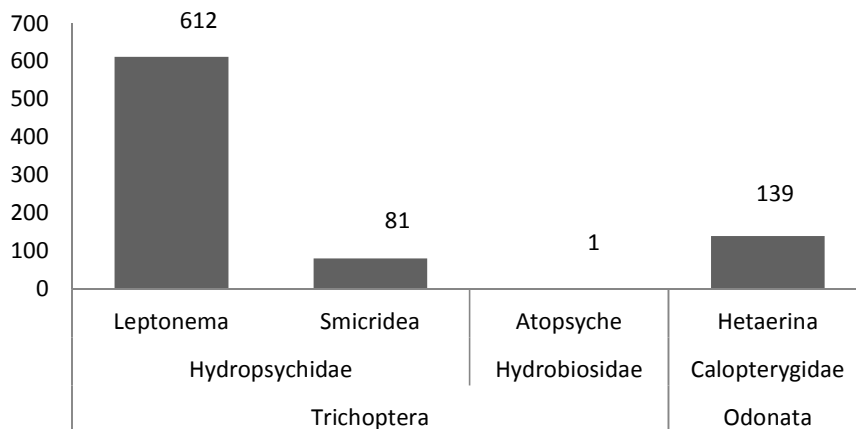


Figura 13. Número de individuos de los órdenes Trichoptera y Odonata presentes en el río Piendamó.

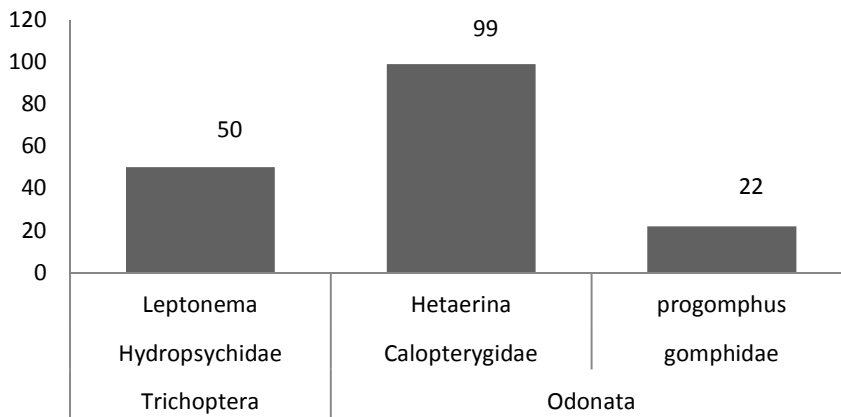


Figura 14. Número de individuos de los órdenes Trichoptera y Odonata presentes en el río Cofre.

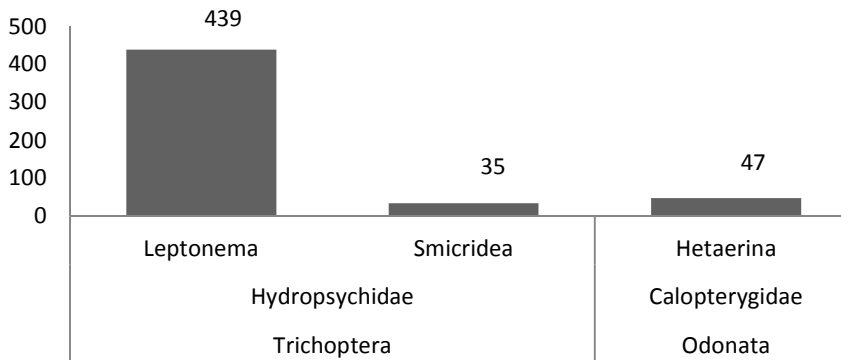


Figura 15. Número de individuos de los órdenes Trichoptera y Odonata presentes en el río Palacé.

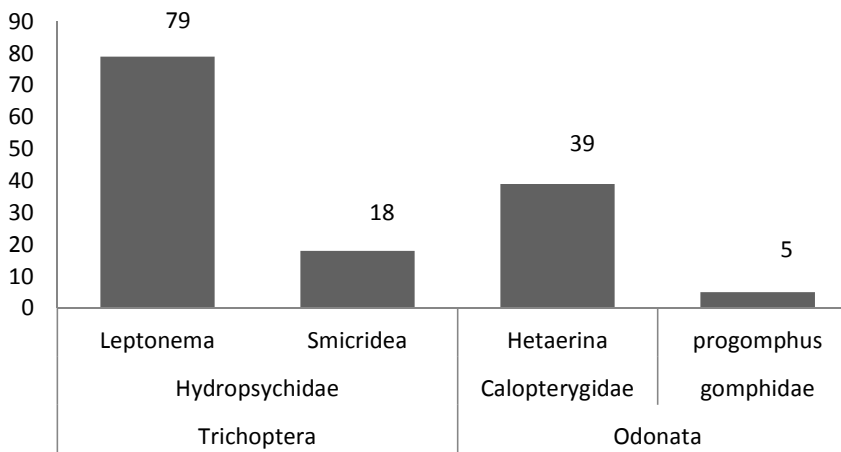


Figura 16. Número de individuos de los órdenes Trichoptera y Odonata presentes en el río Blanco.

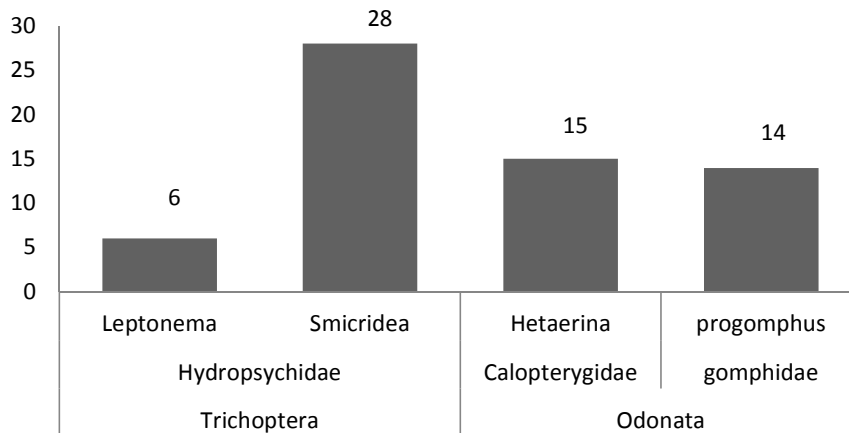


Figura 17. Número de individuos de los órdenes Trichoptera y Odonata presentes en el río Hondo.

En la figura 18, se relaciona la presencia de 4 géneros, pertenecientes a 3 familias de los órdenes Trichoptera y Odonata en el río Piendamó, dominando en este lugar el orden Trichoptera que presenta 2 familias y 3 géneros.

En el río Piendamó se presenta una marcada dominancia del géneros *Leptonema* con 35,40%, seguido por *Hetaerina* 8,04 %, *Smicridea* 4,68% y por último *Atopsyche* 0,06%.

En la figura19, se relaciona la presencia de 1 géneros, pertenecientes a 1 familia del orden Trichoptera y 2 géneros pertenecientes a 2 familias del orden Odonata en el río Cofre.

En el río Cofre se presenta dominancia del géneros *Hetaerina* con un 5,73%, *Leptonema* con 2,89%, y por *Progomphus* 1,27%.

En la figura 20, se relaciona la presencia de 2 géneros, pertenecientes a 1 familia del orden Trichoptera y 1 géneros pertenecientes a 1 familias del orden Odonata en el río Palacé

En el río Palacé se presenta dominancia del géneros *Leptonema* 25,39% seguido por *Hetaerina* 2,72% y *Smicridea* 2,02%

En la figura 21, se relaciona la presencia de 2 géneros, pertenecientes a 1 familia del orden Trichoptera y 2 géneros pertenecientes a 2 familias del orden Odonata en el río Blanco.

En el río Blanco se presenta dominancia del géneros *Leptonema* con 4,57%, seguido por, *Hetaerina* 2,26%, *Smicridea* 1,04% y 0,29% de *Progomphus*.

En la figura 22, se relaciona la presencia de 2 géneros, pertenecientes a 1 familia del orden Trichoptera y 2 géneros pertenecientes a 2 familias del orden Odonata en el río Hondo.

En el río Hondo se presenta dominancia del géneros *Smicridea* con 1,62%, seguido por, *Hetaerina* 0,87%, *Progomphus* 0,81% y 0,35 de *Leptonema*.

La Figura 23, ilustra los géneros presentes en los cinco ríos, encontrándose que el más abundante, es *Leptonema* sp con un 68,59%, en segundo lugar esta *Hetaerina*

con 19,61%, seguido de *Smicridea* con un 29,37 % y los menos abundantes con 2,37 % y 0,06%, *Progomphus* y *Atopsyche*

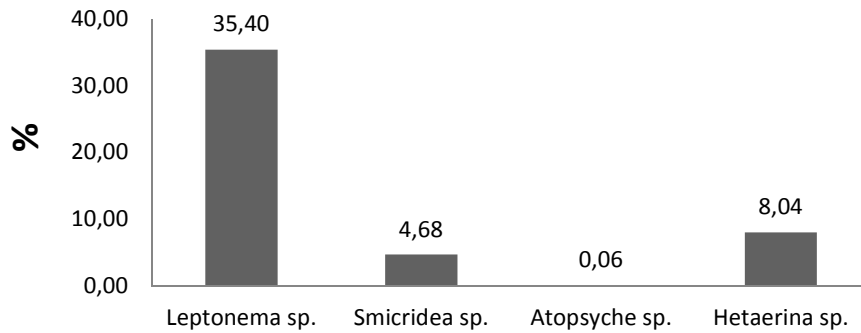


Figura 18. Río Piendamó: estructura de la comunidad de macroinvertebrados de los órdenes Trichoptera y Odonata por abundancias totales de los géneros encontrados.

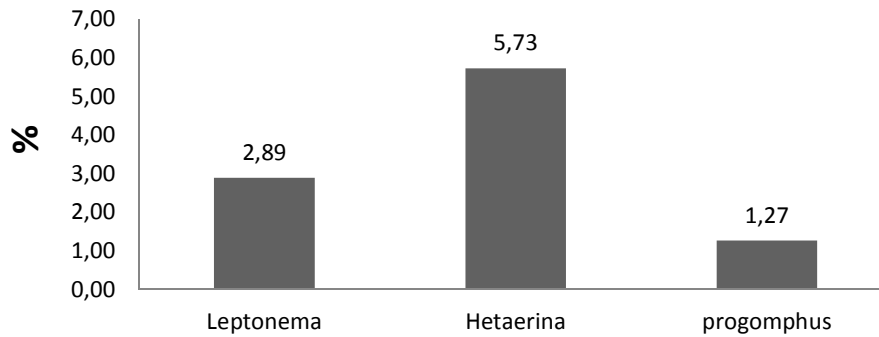


Figura 19. Río Cofre: estructura de la comunidad de macroinvertebrados de los órdenes Trichoptera y Odonata por abundancias totales de los géneros encontrados.

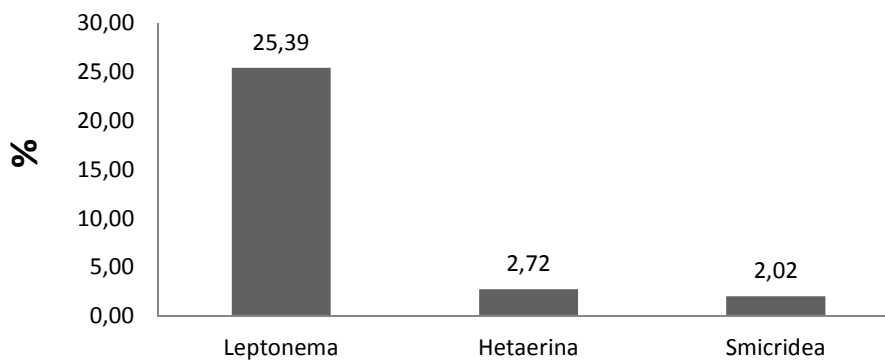


Figura 20. Río Palacé: estructura de la comunidad de macroinvertebrados de los órdenes Trichoptera y Odonata por abundancias totales de los géneros encontrados.

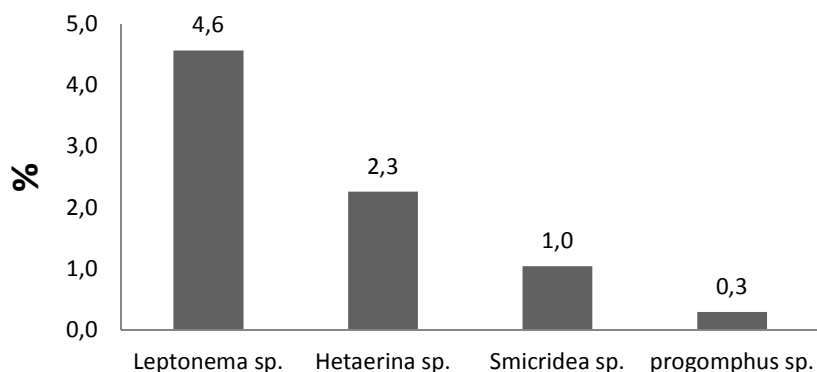


Figura 21. Río Blanco: estructura de la comunidad de macroinvertebrados de los órdenes Trichoptera y Odonata por abundancias totales de los géneros encontrados.

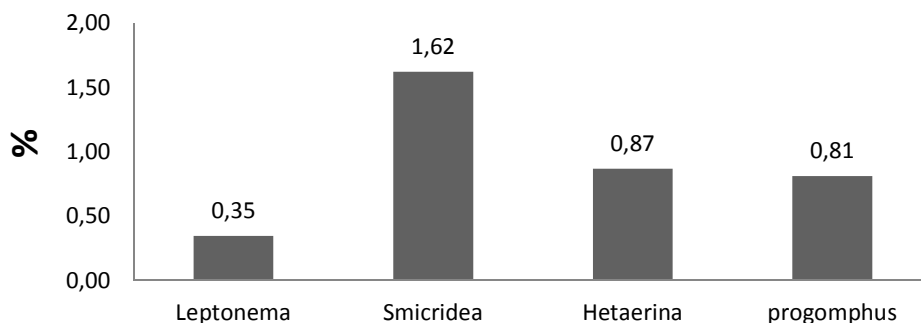


Figura 22. Río Hondo: estructura de la comunidad de macroinvertebrados de los órdenes Trichoptera y Odonata por abundancias totales de los géneros encontrados.

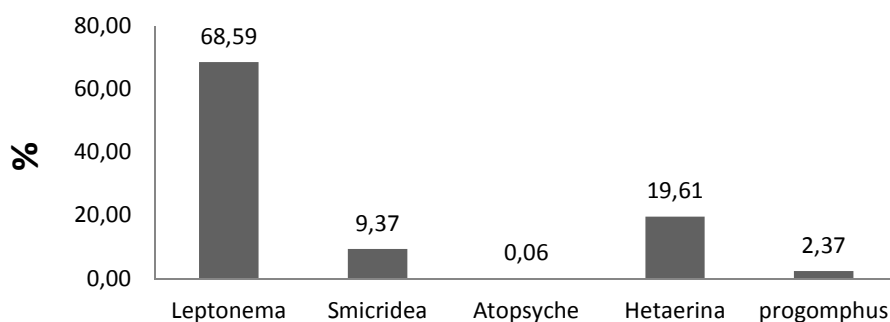


Figura 23. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados de los órdenes Trichoptera y Odonata por abundancias totales de los géneros encontrados en los cinco ríos.

La figura 24, relaciona el número de individuos colectados y los meses de muestreo M1 (agosto), M2 (septiembre), M3 (octubre) y M4 (noviembre), observándose que en los meses de octubre y noviembre el número de individuos disminuyó considerablemente en la mayoría de los ríos, por ser estos dos períodos donde se incrementaron las precipitaciones y por ende un aumento en el flujo de las corrientes, presentándose un barrido masivo de tricópteros y odonatos de allí los bajos valores de abundancia de los ecosistemas acuáticos durante este período. Trabajos realizados por Orozco y Rojas (2009) en el río Palacé concluyen que el

estrés ecohidráulico define la distribución y abundancia de los macroinvertebrados; Alvares (2009), Molina et al. (2008) encuentran que la estructura de la comunidad de macroinvertebrados es influenciada por el caudal de manera positiva o negativa dependiendo de los niveles de precipitación que aumente o disminuya el caudal.

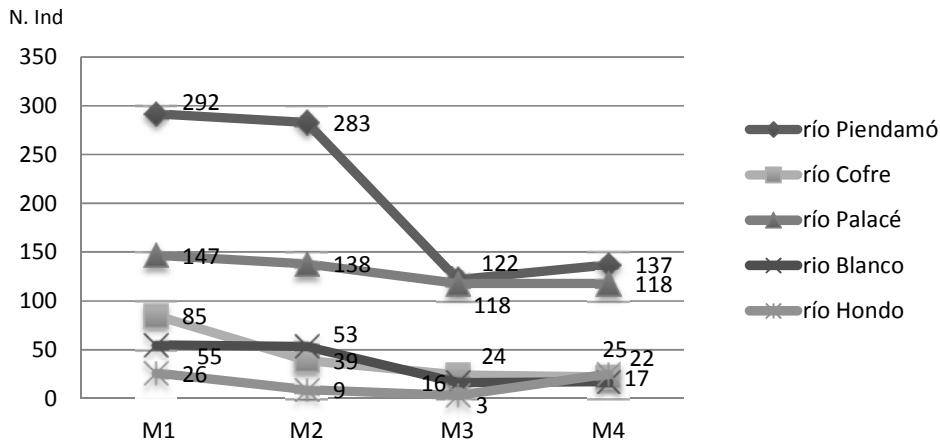


Figura 24. Número de individuos de los órdenes Trichoptera y Odonata colectados en los diferentes meses de muestreo, en los cinco ríos.

Respecto a los géneros encontrados para los órdenes Trichoptera y Odonata, La Figura 25 representa los más abundantes en cada uno de los ríos; río Piendamó con un 35,4 % del géneros *Leptonema*, seguido de *Hetaerina* con un 8,0%. En el río Cofre el más abundante fue *Hetaerina* con un 5,7%. En el río Palacé *Leptonema* con un 25,4%, este mismo género también fue el más abundante en el río Blanco con un 4,6% y por último en el río Hondo *Smicridea* fue el más abundante con un 1,6 %. Cabe destacar el género *Atopsyche* el cuál solo se hizo presente en el río Piendamó

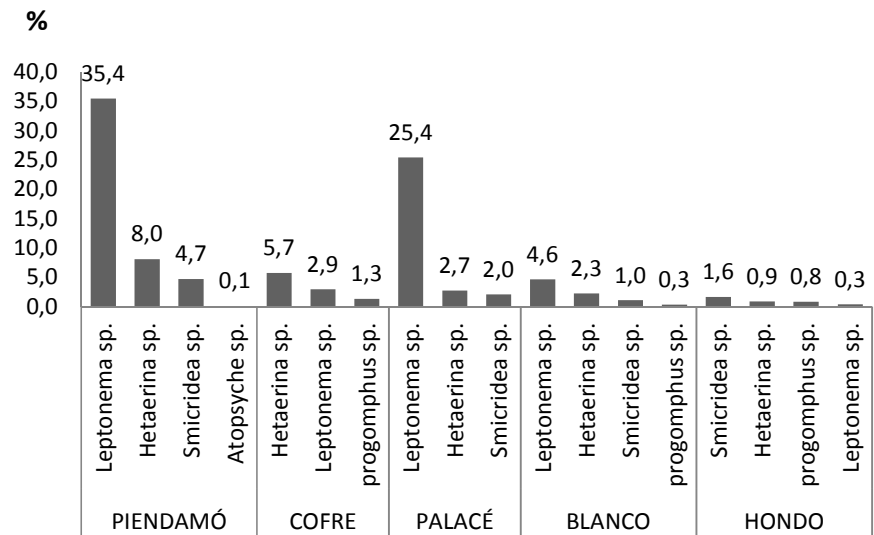


Figura 25. Porcentaje de abundancia de los órdenes Trichoptera y Odonata en los cinco ríos, en los cuatro meses de muestreo.

En la figura 26 se relacionan los valores de los índices de diversidad de Shannon-Weaver, para los órdenes estudiados en los cinco ríos muestreados encontrándose que para el Río Piendamó en el mes 3 fue el que presentó la diversidad más baja de todo el muestreo, en comparación a los tres meses restantes en los que se mantuvieron los valores de diversidad casi estables. En el río Cofre se observa que los valores en el índice de Shannon en M1 y M3 fueron los mas altos. En el río Palacé se presenta una estabilidad en la distribución de los valores del índice de diversidad. A pesar que en el Río Blanco se obtuvo el valor de diversidad más alto de todo el muestreo (1,09) hubo también en el transcurso de los cuatro meses una estabilidad de los valores de diversidad. En el río Hondo, en los meses 1 y 2 este índice no fue muy variable, lo contrario sucedió en los meses siguientes M3 y M4 en los que se presento una diversidad bastante baja.

En general durante los cuatro meses de estudio los cinco ríos presentaron una baja diversidad para los órdenes estudiados por estar sus valores entre 0 y 1,09. Podría hipotetizarse que el sistema esta sometido a tensiones (transito vehicular, vertimiento de desechos, acumulación de lodo, entre otros) ya que en ambientes contaminados con desechos orgánicos degradables, la comunidad generalmente responde con un descenso de la diversidad con perdida de organismos sensibles. Es de destacar el valor en el índice de diversidad de Shannon en el mes 3, en el río Hondo que fue igual a 0, esto por encontrarse un solo género perteneciente al orden Odonata.

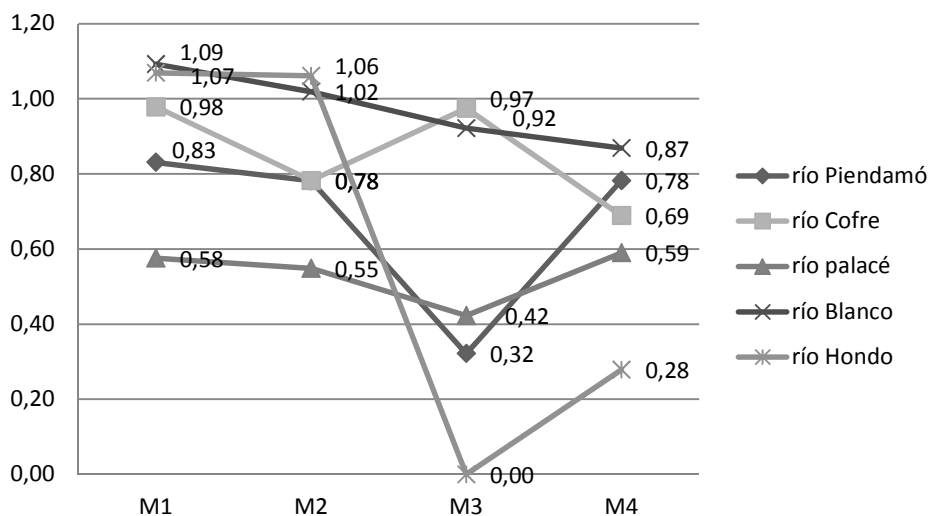


Figura 26. Índices de diversidad de Shannon-Weaver calculado para los cinco ríos, durante los cuatro meses de estudio

Tabla 3. Promedios de los índices de diversidad de Shannon-Weaver calculado a los cinco ríos, en los cuatro meses de muestreo.

Ríos	Índices de diversidad	Características
1. Piendamó	0,68	Baja diversidad
2. Cofre	0,86	Baja diversidad
3. Palacé	0,53	Baja diversidad
4. Blanco	0,98	Baja diversidad
5. Hondo	0,60	Baja diversidad

En la Figura 27 se relacionan los índices de riqueza de Margalef calculado para los órdenes estudiados, obteniéndose en el río Piendamó valores iguales en los meses 1 y 2, con un leve descenso en el mes 3 y aumentando considerablemente en el mes 4. En el río Cofre los índices tendieron a aumentar desde el mes 1 hacia el mes 4, el río Palacé al igual que el río Blanco mantuvieron sus valores casi estables en el transcurso de los cuatro meses de estudio y el río hondo en los meses 1 y 2 mantuvo sus valores muy semejantes con una marcada descendencia de ellos en el mes 3 donde corresponde a la presencia de un solo género, por tanto los valores que se refleja en la figura muestran que los valores se encuentran entre 0,92 y 0 lo que indica baja riqueza de géneros en estos cinco lugares.

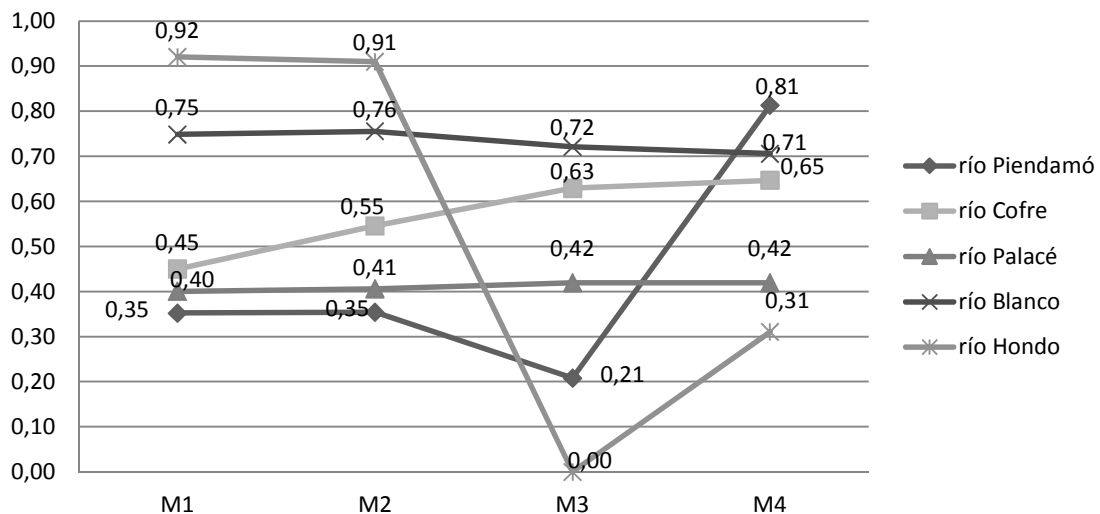


Figura 27. Índices de riqueza de Margalef calculado para los órdenes estudiados para los cinco ríos, durante los cuatro meses de estudio

En la figura 28 se relacionan los valores de el índice de equidad mostrando que en el río Piendamó los valores de equidad son uniformes en los dos primeros meses, indicando similares abundancias en las comunidades, el caso similar pero con un mayor valor presenta el río Cofre en los meses 1 y 3. El río Blanco presenta valores de equidad más o menos homogéneos en el transcurso de los cuatro meses, lo que indica que durante todo el muestreo los Tricópteros y Odonatos presentaron abundancias muy similares. El río Hondo en el mes 2 obtuvo el valor más alto 0,97 lo que indica que en este mes las comunidades de Tricópteros y odonatos presentan las mismas abundancias y en el mes 3 la equidad fue igual a cero indicando que la abundancia relativa fue menos equitativa.

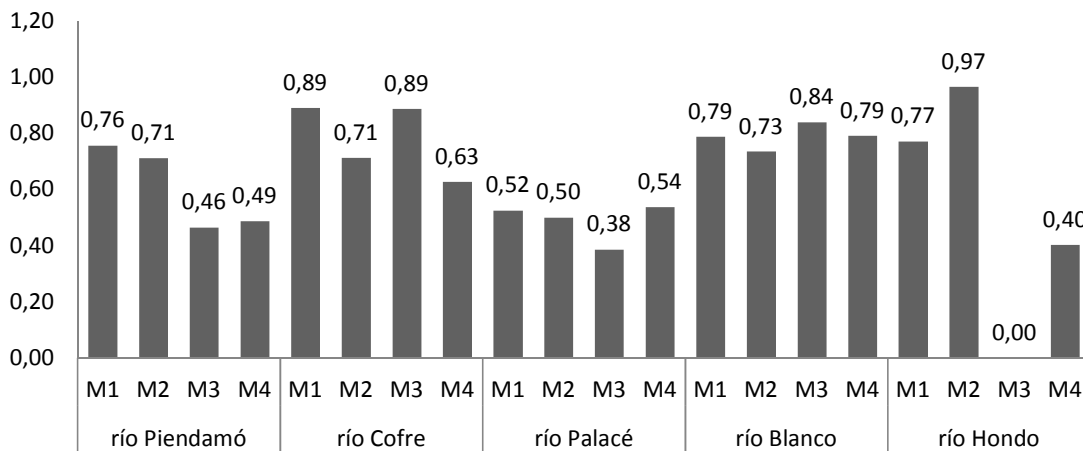


Figura 28. Índices de equidad calculada para los órdenes estudiados para los cinco ríos, durante los cuatro meses de estudio

Según el dendrograma de Bray Curtis (figura 29), los ríos que muestran la mayor similitud asociada a la composición de las comunidades de Tricópteros y Odonatos presentes, son los ríos Piendamó y Palacé con un 0,89 o 89% de similitud en el microambiente 1(macrófitas), seguida por los ríos Cofre y Blanco con un 0,77 o 77% en el microambiente macrófitas, los altos valores de similitud que se dieron entre el río Piendamó y río Palacé se debe a las características análogas que se presentan cerca ha estas fuentes hídricas, como lo son el tipo de vegetación circundante, tensores antropogénicos y la dinámica de la corriente.

Por otro lado la similitud que se presentó entre el ríos Cofre y Blanco esta relacionada con la acumulación de lodo en el fondo de estos ríos, por consecuencia de falta de la suficiente cobertura vegetal en los terrenos adyacentes que generan un mayor arrastre de sedimentos a los ecosistemas acuáticos en mayor cantidad, con el aumento de las precipitaciones.

Respecto a los microambientes, el T1 (macrófitas) presento una alta similitud en casi Todas las estaciones de muestreo, particularmente porque fue en este microambiente donde se encontró un mayor número de individuos, de los órdenes de importancia de este estudio, al utilizar este microambiente para desplazarse, refugiarse y por ser una considerable fuente de alimento. En el río Hondo la

extracción de arena y demás materiales del río, conlleva a que la vegetación sumergida fuera bastante escasa, en comparación con los demás ríos, lo que se refleja en el dendrograma como una distancia en cuanto a la similaridad de grupos de T1 en R5 con el resto de los ríos. En consecuencia la fauna bentónica se ve altamente afectada principalmente por las alteraciones generadas en sus microambientes y como resultado se obtengan diferencias en la composición de las comunidades Tricópteros y Odonatos

El río Palacé en el microambiente piedra presento un 0,9 % de similaridad con respecto a los demás ríos, este bajo porcentaje es el resultado de la fuerte turbulencia que presenta este río, ocasionando que la fauna bentónica no encuentre en este microambiente el soporte suficiente para su permanencia al quedar más expuestos a ser arrastrados por la corriente del agua.

En la Figura 30 se observa el dendrograma de Bray-Curtis, el cual refleja la similaridad que presentan los cinco ríos durante los cuatro meses de muestreo, con relación a los órdenes Trichoptera y Odonata. Los M1 y 2 presentaron similitud agrupándose entre ellos, resultado de la semejanza con respecto al tiempo soleado que se presentó en estos dos meses, por otro lado los M3 y 4 se observó un porcentaje de similitud entre estos por presentarse un aumento del nivel en las precipitaciones.

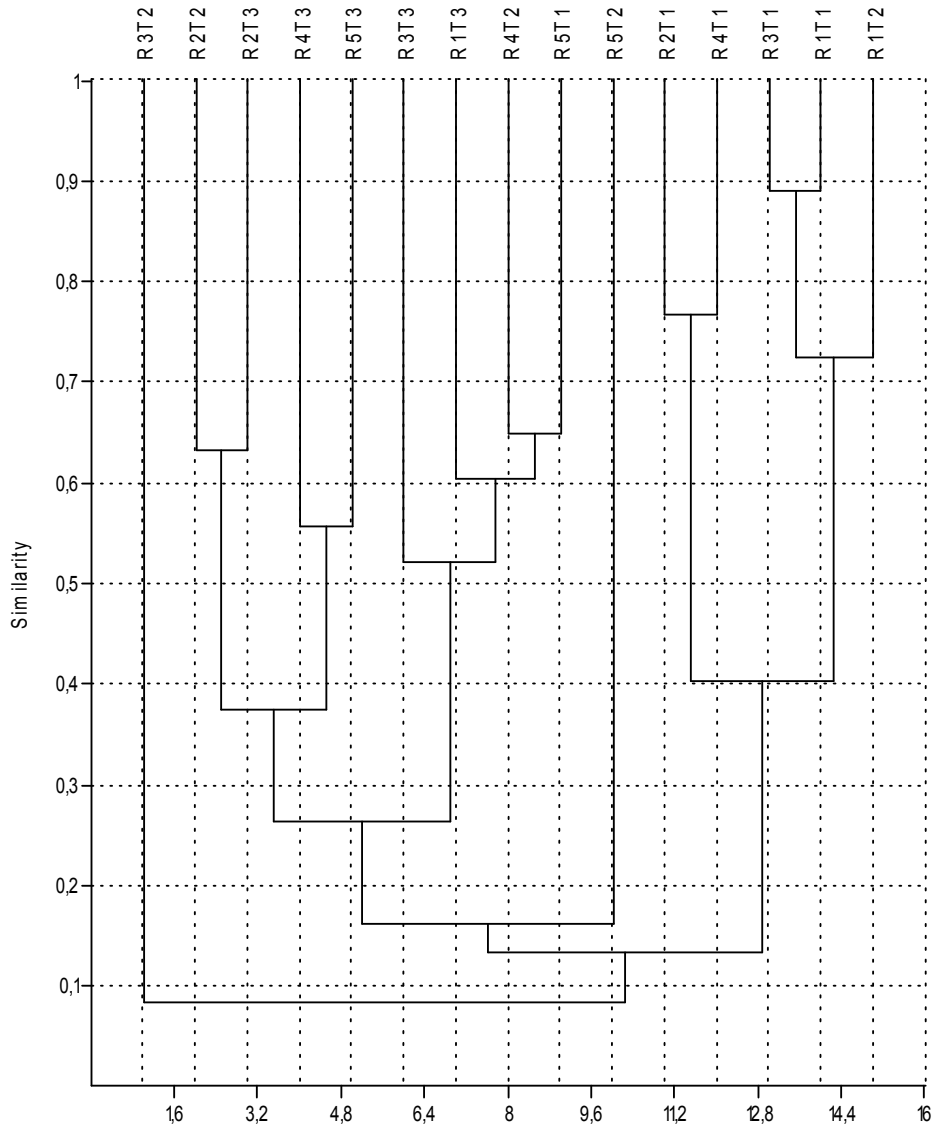


Figura 29. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis R1 (Piendamó), R2 (Cofre), R3 (Palacé), R4 (Blanco), R5 (Hondo), los microambientes están definidos por; T1 (macrófitas), T2 (piedras), T3 (arena). Las agrupaciones están definidas por la composición y estructura de las comunidades de Tricópteros y Odonatos.

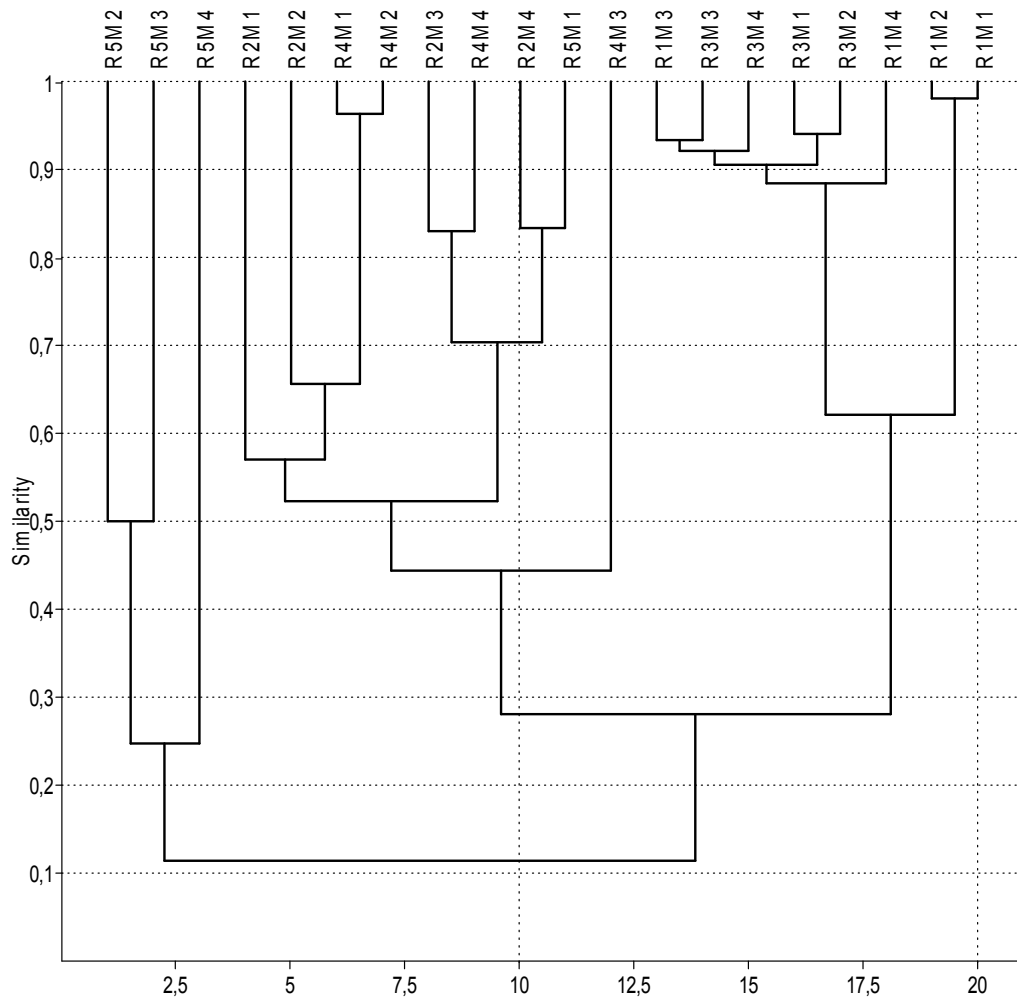


Figura30. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis R1 (Piendamó), R2 (Cofre), R3 (Palacé), R4 (Blanco), R5(Hondo); M1(agosto), M2(septiembre), M3(octubre), M4(noviembre). Las agrupaciones están definidas por la composición y estructura de las comunidades de Tricópteros y Odonatos.

8.3 variables físico-químicas

Tabla 4. Promedio de variables físico-químicas.

RÍOS	TEMPERATURA AGUA(°c)	pH	OD (mg/L)	CO ₂ (mg/L)	% de saturación de oxígeno
Piendamó	18	7.5	7,3	3	79%
Cofre	17	7.0	8,1	2	83%
Palacé	18	7.5	8,2	2	85%
Blanco	19	6.5	7,0	3,5	80%
Hondo	19	7.0	7,6	3,5	81%

En la tabla 4 se presentan los resultados físico químicos los cuales se realizaron como datos de referenciación general y no se consideraron para correlacionarlos con la estructura y composición de las comunidades de Tricópteros y Odonatos

9. CONCLUSIONES

Las comunidades de Tricópteros y Odonatos en los ríos Piendamó, Cofre, Palacé, Blanco y Hondo variaron según los microambientes, las variaciones climáticas, la dinámica del agua y los factores antropogénicos.

Las comunidades de Tricópteros y Odonatos en los ríos Piendamó, Cofre, Palacé, Blanco y Hondo esta compuesta por los géneros *Atopsyche*, *Leptonema*, *Smicridea*, *Hetaerina* y *Progomphus*.

Para la época del presente estudio se observó que la abundancia total de los órdenes Trichoptera y Odonata descendió en el periodo donde se presentó aumento de las precipitaciones y ascendió cuando las precipitaciones disminuyeron. No obstante, la confirmación de este comportamiento requiere un mayor número de registros para confirmar estos patrones.

A nivel de microambientes la distribución de los macroinvertebrados fue bastante heterogénea, encontrándose un mayor número de organismos en el microambiente macrófitas, por presentarse en él las condiciones necesarias para que estos organismos se puedan desarrollar.

El género más abundante en los ríos Piendamó, Palacé y Blanco fue el *Leptonema* perteneciente al orden Trichoptera, en el río Cofre *Hetaerina* perteneciente al orden Odonata y en el río Hondo *Smicridea* perteneciente al orden Trichoptera.

La estructura y composición de las comunidades de Tricópteros y Odonatos en términos de riqueza de especies está dominada por el orden Trichoptera en los cinco ríos muestreados.

Los ríos piendamó y Palacé mostraron tener una alta similaridad en cuanto a la estructura y composición las comunidades de Tricópteros y Odonatos según el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis.

El río Hondo se caracterizó por presentar el menor número de individuos.

Todas las estaciones de muestreo presentaron un índice de diversidad de Shannon-Weaver bajo.

Las comunidades de tricópteros y Odonatos se distribuyeron con más equidad en el río Blanco.

10. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que la investigación realizada se llevó a cabo en un periodo donde los niveles de las precipitaciones fueron altas, es recomendable que se realicen futuros estudios en periodos donde las precipitaciones sean mas escasas, además de ello en un periodo más prolongado, en el cual se posibilite encontrar un mayor número de taxones de Tricópteros y Odonatos con los cuales lograr la elaboración de nuevas bases de datos, las cuales pueden complementar las aportadas en este estudio y la realización de comparaciones entre ellas.

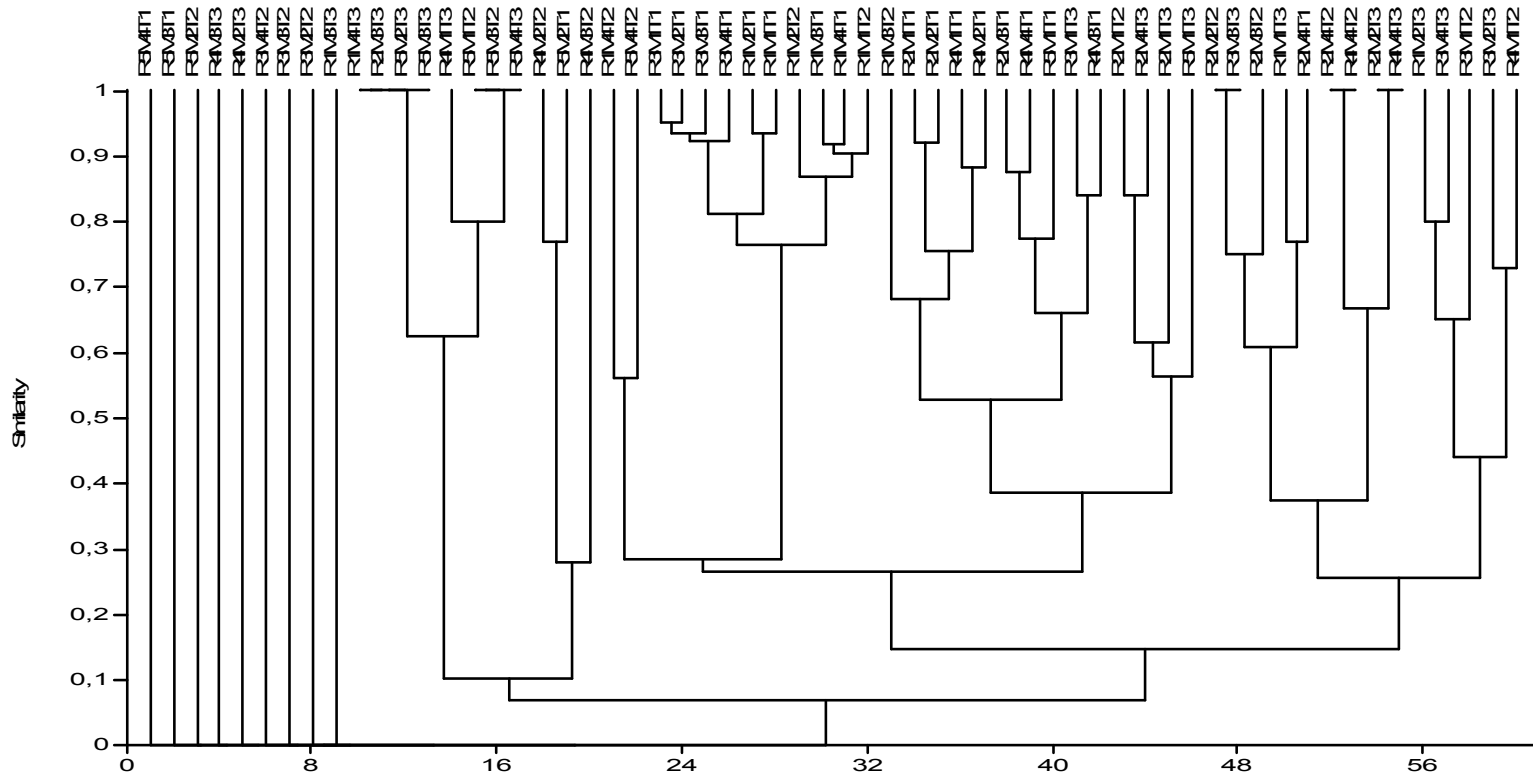
A pesar que se tomaron algunos datos fisicoquímicos como gases disueltos, temperatura y pH, sería importante complementar con datos faltantes como Nitritos, conductividad, etc y poder realizar la correlación con las comunidades de Tricópteros y Odonatos para conocer cuáles son las condiciones en estos organismos se desarrollan de manera más eficiente.

Anexos

Anexo 1. Tabla 3. Clasificación taxonómica y densidad (ind/m²) fauna de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) acompañante. Río Piendamó (R1), Río Cofre (R2), Río Palacé (R3), Río Blanco (R4), Río Hondo (R5) género presente (x), género no confirmado (NC).

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	R1	R2	R3	R4	R5	
Artrópoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	1	0	0	0	0	
			Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	81	0	35	18	6	
				<i>Leptonema</i>	612	50	439	79	28	
		Coleoptera	Elmidae		<i>Macrelmis</i>	0	0	0	1	0
					<i>Cylloepus</i>	5	0	0	0	0
					<i>Anchytarsus</i>	0	12	8	5	7
		Díptera	NC	<i>NC</i>	0	0	0	1	0	
		Lepidóptera	NC	<i>NC</i>	0	0	0	1	0	
		Odonata	Calopterygidae		<i>Hetaerina</i>	139	99	47	39	15
				gomphidae	<i>Progomphus</i>	0	22	0	5	14
		Collembola	NC	<i>NC</i>	0	0	0	1	2	
		Ephemeroptera	Baetidae		<i>Baetis</i>	10	21	0	3	0
					<i>Baetodes</i>	0	0	10	0	1
					<i>NC</i>	0	11	6	2	1
		Annelida	Oligochaeta	Neuróptera	Coridalidae	<i>Coridalus</i>	0	0	22	13
Haplotaxida	Naididae			<i>Tubifex</i>	134	33	85	53	2	
Nematomorpha	Gordioidea			Chordodidae	<i>NC</i>	0	0	0	0	1
TOTAL: 3	3	11	14	17	N: 2196					

Anexo 2. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis R1 (Piendamó), R2 (Cofre), R3 (Palacé), R4 (Blanco), R5(Hondo); 1(agosto), M2(septiembre), M3(octubre), M4(noviembre); los microambientes están definidos por: T1(macrófitas), T2(piedras), T3(arena). Las agrupaciones están definidas por la composición y estructura de las comunidades de Tricópteros y Odonatos



ANEXO 3. SOPORTE ESTADISTICO

2.1 Tablas proporcionadas por el programa estadístico Past

2.1.1 Tabla de índices para el río Piendamó con respecto a los meses de muestreo

0	M1	M2	M3	M4
Taxa_S	3	3	2	5
Individuals	292	283	122	137
Dominance_D	0,5221	0,5501	0,8226	0,5879
Shannon_H	0,8306	0,7814	0,3215	0,7821
Simpson_1-D	0,4779	0,4499	0,1774	0,4121
Margalef	0,3523	0,3543	0,2082	0,813
Equitability_J	0,7561	0,7113	0,4638	0,4859

2.1.2 Tabla de índices para el río Cofre con respecto a los meses de muestreo

0	M1	M2	M3	M4
Taxa_S	3	3	3	3
Individuals	85	39	24	22
Dominance_D	0,417	0,4872	0,4063	0,624
Shannon_H	0,9786	0,7824	0,9743	0,6889
Simpson_1-D	0,583	0,5128	0,5938	0,376
Margalef	0,4502	0,5459	0,6293	0,647
Equitability_J	0,8908	0,7122	0,8869	0,6271

2.1.3 Tabla de índices para el río Palacé con respecto a los meses de muestreo

0	M1	M2	M3	M4
Taxa_S	3	3	3	3
Individuals	147	138	118	118
Dominance_D	0,6955	0,7194	0,7979	0,6919
Shannon_H	0,5758	0,5485	0,4229	0,5898
Simpson_1-D	0,3045	0,2806	0,2021	0,3081
Margalef	0,4008	0,4059	0,4192	0,4192
Equitability_J	0,5241	0,4993	0,3849	0,5369

2.1.4 Tabla de índices para el río Blanco con respecto a los meses de muestreo

0	M1	M2	M3	M4
Taxa_S	4	4	3	3
Individuals	55	53	16	17
Dominance_D	0,4017	0,4254	0,4609	0,4533
Shannon_H	1,092	1,019	0,9215	0,8687
Simpson_1-D	0,5983	0,5746	0,5391	0,5467
Margalef	0,7486	0,7556	0,7213	0,7059
Equitability_J	0,788	0,7348	0,8388	0,7907

2.1.5 Tabla de índices para el río Hondo con respecto a los meses de muestreo

0	M1	M2	M3	M4
Taxa_S	4	3	1	2
Individuals	26	9	3	25
Dominance_D	0,4112	0,358	1	0,8528
Shannon_H	1,069	1,061	0	0,2788
Simpson_1-D	0,5888	0,642	0	0,1472
Margalef	0,9208	0,9102	0	0,3107
Equitability_J	0,7711	0,9656	0	0,4022

2.1.6 Tabla de índices para el río Piendamó con respecto a los géneros encontrados

0	Leptonema	Smicridea	Atopsyche	Hetaerina	Progomphus
Taxa_S	3	2	1	3	1
Individuals	612	81	1	139	1
Dominance_D	0,522	0,5934	1	0,5249	1
Shannon_H	0,7091	0,5966	0	0,7487	0
Simpson_1-D	0,478	0,4066	0	0,4751	0
Margalef	0,3117	0,2276	0	0,4053	0
Equitability_J	0,6455	0,8608	0	0,6815	0

2.1.7 Tabla de índices para el río Cofre con respecto a los géneros encontrados

0	Leptonema	Hetaerina	Progomphus
Taxa_S	3	3	2
Individuals	50	99	21
Dominance_D	0,8856	0,389	0,6372
Shannon_H	0,2652	1,013	0,5489
Simpson_1-D	0,1144	0,611	0,3628
Margalef	0,5112	0,4352	0,3285
Equitability_J	0,2414	0,9217	0,7919

2.1.8 Tabla de índices para el río Palacé con respecto a los géneros encontrados

0	Leptonema	Smicridea	Hetaerina	Progomphus
Taxa_S	2	2	3	2
Individuals	79	18	39	5
Dominance_D	0,818	0,5988	0,9014	0,68
Shannon_H	0,3279	0,5908	0,2378	0,5004
Simpson_1-D	0,182	0,4012	0,09862	0,32
Margalef	0,2289	0,346	0,5459	0,6213
Equitability_J	0,473	0,8524	0,2165	0,7219

2.1.9 Tabla de índices para el río Blanco con respecto a los géneros encontrados

0	Leptonema	Smicridea	Hetaerina	Progomphus
Taxa_S	2	2	3	2
Individuals	79	18	39	5
Dominance_D	0,818	0,5988	0,9014	0,68
Shannon_H	0,3279	0,5908	0,2378	0,5004
Simpson_1-D	0,182	0,4012	0,09862	0,32
Margalef	0,2289	0,346	0,5459	0,6213
Equitability_J	0,473	0,8524	0,2165	0,7219

2.1.10 Tabla de índices para el río Hondo con respecto a los géneros encontrados

0	Leptonema	Smicridea	Hetaerina	Progomphus
Taxa_S	1	2	2	3
Individuals	6	28	15	14
Dominance_D	1	0,7066	0,5556	0,4286
Shannon_H	0	0,4692	0,6365	0,9557
Simpson_1-D	0	0,2934	0,4444	0,5714
Margalef	0	0,3001	0,3693	0,7578
Equitability_J	0	0,6769	0,9183	0,8699

ANEXO 4. Imágenes de los géneros encontrados de los órdenes Trichoptera y Odonata.

3.1 imágenes de Tricópteros

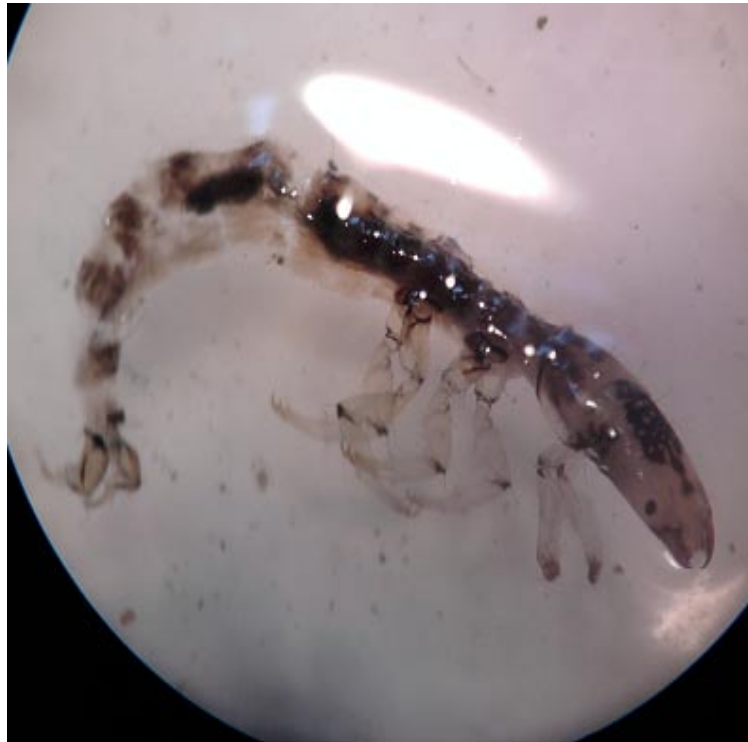
3.1.1 imagen del género *Leptonema*



3.1.2 imagen del género *Smicridea*



3.1.3 imagen del género *Atopsyche*



3.2 imágenes de Odonatos

3.2.1 imagen del géneros *Hetaerina*



3.2.2 imagen del géneros *Progomphus*



11. BIBLIOGRAFÍA

- Allan, J.D. (1995).** *Stream ecology; Structure and Function of Running Waters.* Londres, Inglaterra: 388 p.
- Alonso, A. y Camargo, J.A. (2005).** *Evaluating the effectiveness of five mineral artificial substrates for the sampling of benthic macroinvertebrates. Journal of Freshwater Ecology.* España: 311-320.pp.
- Álvarez, M. (2009).** *Estudio de la variabilidad espacio-temporal de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en los ecosistemas fluviales de Cantabria.* Santander: 185pp.
- Baev, P. V. y Penev, L. D (1995).** *BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis.* Versión 5.1. Pensoft, Sofia Moscow.
- Barinas, M. (2008).** *Caracterización de las comunidades de macro invertebrados acuáticos de la micro cuenca El Carrizal, Parque Nacional La Tigra, Honduras.* Honduras: 50 p.
- Bonada, N. Resh, V y Statzner, B. (2006).** *Developments in Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches.* California: 495- 523 pp.
- Brown, Jr. (1997).** *Insectos como rápidos e sensibles indicadores de uso suslentável de recursos naturais.* Brasil: p. 143-155 pp.
- Dacosta, A. (1956)** *Insetos do Brasil.* Brasil: 371 p.
- Death, R. y Winterbourn, M. (1995).** *Diversity patterns in stream benthic invertebrate communities.* New Zealand 1446-1460 pp.
- Domínguez, E. y Fernández, H. R. (2009).** *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos.* Argentina: 654 p.
- Feriz, D. y Ortega, Y. (2009).** *Determinación de la calidad del agua de la quebrada La Cantera, empleando comunidades de macroinvertebrados y parámetros físico-químicos como indicadores.* Popayán, Cauca: 113 p.
- Fernández, H y Domínguez, E. (2001)** *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos.* Tucumán: 282 p.
- Flint, O (1981).** *Studies of Neotropical caddisflies. XXVIII: the trichoptera of the río Limón basin, Venezuela.* Venezuela: 330 p.
- Flint, O. Holzenthal R, y Harris S. (1999).** *Catalog of neotropical caddisflies (Insecta: Trichoptera).* Ohio: 239 p.
- García, J. Cantera, Zúñiga, M. del C. y Montoya, J.(2008).** *Estructura y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Dagua (Andén Pacífico vallecaucano- Colombia).* Valle: 27-48 pp.

- González M y García D. (1984).** *Restauración de ríos y riberas.* Madrid, España: 319 p.
- González, A. (2005).** *Ecología Aplicada, Diseños y Análisis Estadísticos.* Bogotá: 326 p.
- Grassé, P.P. (1930).** *La nymphe de Macromia splendens Pictet (Odonate Anisoptère).* Francia: 9-14 pp.
- Gutiérrez, G. J. (2010).** *Evaluación de la calidad biológica y físico-química del agua y su capacidad de autodepuración en un tramo del río cofre, con base en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.* Cauca 105 p.
- Hauer, F.R. y Resh V. H. (1996).** *Benthic Macroinvertebrates.* Hauer and Lamberti: 339-365 pp.
- Holdridge, L. R. (1967).** «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica: Costa Rica.
- Latorre I, Montañó M y Rincón M. (2006).** *Comunidad de insectos acuáticos del río dulce (Villeta, Cundinamarca).* Cundinamarca: 151-161pp.
- López, E. (2008).** *Variación temporal de la fauna del orden trichoptera en la cuenca del río prado Colombia.* Tolima: 57p.
- Magurran, A.E. (1988).** *Ecological diversity and its measurement.* Princeton: 179 p.
- Molina, C. M. Francois, G. Pinto, J. y Rosales, C. (2008).** *Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la cordillera real, Bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales.* Bolivia: 105-116 p.
- Molano, F. Camacho, D.L. (2005).** *Especies de Gerridae (Heteróptera: Gerromorpha) del departamento del Quindío.* Colombia, Armenia: 370-376. pp.
- Moreno, E. Claudia. (2001).** *Métodos para Medir la Biodiversidad.* Zaragoza (España): 84p.
- Muñoz-Q. F. (1999).** *El género Leptonema (Trichoptera: Hydropsychidae) con descripción de una nueva especie.* Costa Rica: 959-1006 p.
- Muñoz, B. (2010).** *Determinación de la calidad biológica de la quebrada la victoria con base en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.* Cauca: 71p.
- Orozco, A. y Rojas, F. (2009).** *Estudio de la influencia de algunos factores ecohidráulico sobre la distribución de los macroinvertebrados acuáticos en un tramo del río Palacé.* Cauca: 86 p.
- Ospina-bautista, Estévez, F. Realpe, V y Gast, E. (2004).** *Diversidad de invertebrados acuáticos asociados a Bromeliaceae en un bosque de montaña.* Colombia: 36 p.
- Pielou, E. C. (1975).** *Ecological diversity.* New York: 165 p.

- Poff, N.L. (1992).** Regional stream hydrology: climate change and ecological implications. In P.L. Firth and S.G. Fisher (eds.), *Global climate change and freshwater ecosystems*. New York: 88-115. pp.
- Posada, G.J. Roldan, G. (2003).** Clave ilustrada y diversidad de las larvas de trichoptera en el nor-occidente de Colombia. *Colombia*: 169-192. pp.
- Ramírez, A. y Pringle, C. M. (1998).** *Structure and production of a benthic insect assemblage in a Neotropical stream*. *Benthol*: 443–463. pp.
- Reinoso, G, Villa G y Arias, D. (2007).** *Distribución espacial y Temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del Río Coello (Tolima, Colombia)*. *Colombia*: 177 - 194 p.
- Rivera John. Camacho Diana lucía y Pinzón Álvaro. (2008).** *Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del departamento del Quindío-Colombia*. *Quindío*: 133 – 146 pp.
- Riss, W. Ospina, r y Gutiérrez, J. D. (2002).** *Establecimiento de valores de bioindicación para los macroinvertebrados acuáticos de la Sabana de Bogotá*. *Colombia*: 135-156 pp.
- Rojas, M.R. Molano, F y Morales I.T. (2006).** *Contribución al conocimiento de los chinches semiacuáticos (Hemíptera: Gerridae) en ambientes lóticos y lénticos del departamento de Risaralda*. *Colombia*. *Quindío*: 37-47pp.
- Roldán, G. (1988)** *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogotá: 1988. 217pp.
- Roldán, G. (1992).** *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Medellín Colombia: 529 pp.
- Roldán, G. (1996).** *Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogotá – Colombia: 217p.
- Roldán, G., Ramírez, J. (2008).** *Fundamentos de Limnología Neotropical*. 2ª ed. Medellín: 543 p.
- Romero, B. Pérez, S. Rincón M. (2006).** *Ephemeroptera del Parque Nacional Natural “Cueva de los Guácharos” Huila* Colombia: 141-149 pp.
- Romero, B.I. Pérez, S.M, Rincón M.H. (2006).** *Aspectos ecológicos de los trichoptera del Parque Nacional Natural “Cueva de los Guácharos” Huila*. Colombia: 1983. 464 pp.
- Statzner, B. Higler, B. (1986).** *Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns*. *New Zealand*: 127-139 pp.
- Townsend, C. R. (1989).** *The patch dynamics concept of stream community ecology*. *Norvish*: 36-50 pp.
- Torres, Y. Roldan, G. Asprilla, S y Rivas, T. (2006).** *Estudio preliminar de algunos aspectos ambientales y ecológicos de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en el río Tutunendo*. *Chocó-Colombia*: 67-76 pp.
- Wetzel, R. (1981).** *Limnología de Barcelona*: Barcelona 679 p.

- Zamora, H. (1996).** Aspectos bioecológicos de las comunidades de Macroinvertebrados dulceacuícolas en el departamento del Cauca. *Cauca-Colombia: 1 - 11 pp.*
- Zamora, H. (1997).** Niveles de alteración de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos del río Molino por efecto de las actividades antrópicas y la contaminación doméstica. *Cauca-Colombia: 35 – 46 pp.*
- Zamora, H. (2002).** Análisis Biogeográfico de los Macroinvertebrados Acuáticos Epicontinentales (MAE) en el departamento del Cauca. *Cauca-Colombia: 37 – 51 pp.*
- Zúñiga, M. del C, Molineri C y Domínguez, E. (2003).** El Orden Ephemeroptera en Colombia. *Insectos de Colombia, Santafé de Bogotá: 17-41 pp.*