

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS
ACUATICOS ASOCIADOS A TRES MICROHÁBITATS EN LA QUEBRADA LA
CHORRERA, MUNICIPIO DE INZÁ-CAUCA**

DIEGO FERNANDO SALAZAR COTACIO



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYAN
2012**

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS
ACUATICOS ASOCIADOS A TRES MICROHÁBITATS EN LA QUEBRADA LA
CHORRERA, MUNICIPIO DE INZÁ-CAUCA**

DIEGO FERNANDO SALAZAR COTACIO

**Trabajo de grado, requisito parcial para optar al título de:
Biólogo**

**Director:
Mg. Sc. HILLDIER ZAMORA GONZALEZ**

**Asesor:
Biólogo. JHONATAN GUTIERREZ GARAVIZ**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYAN
2012**

Nota de aceptación

Director _____
Mg sc. Hildier Zamora González

Jurado _____
Maestrante Federico Mosquera Guerra

Jurado _____
Mg sc. Leónidas Zambrano

Dedicatoria

“A mis padres Lucila y Julio, a Yuri, a mi hija Camila, a mi hermano Didier, a Sandra y a mis sobrinos José y Mariana, por su apoyo incondicional, son la inspiración de este trabajo”

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a quienes han permitido la vida en este planeta, a Dios y a la Pacha Mama.

A mis padres Lucila y Julio y a mi hermano Didier por la vida el amor, la amistad, el respeto, por brindarme seguridad, a Melida, a Yuri y Camila, a Sandra y Jose, Andres y Marcela, tía Adiel y tío Jorge, a mi abuelita Ana, a mis tíos y tías, primos y primas, por permitirme ser parte de ustedes y por ese apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A mis amigos, Manuel, William, Liliana, Omar, Alex, Emilio, Federico, James, Daniel, Jorge, Gloria, Oscar, Leonel, Faber, Jhonatan, Castañeda, Jota, Ricardo, Stivent, Lucho y a todas aquellas personas con las que hemos compartido momentos en esta vida.

Al profesor Hildier director de mi trabajo de grado; al profesor Leonidas Zambrano, a Jhonatan Gutiérrez y Federico Mosquera por sus asesorías, al grupo de estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales.

A Yuri y Juan Fernando, por su colaboración en las salidas de campo.

A la comunidad de El Socorro y a la comunidad de Macroinvertebrados Acuáticos.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	1
2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. OJETIVO GENERAL.....	4
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
6. MARCO COMCEPTUAL Y ANTECEDENTES.....	5
6.1. Generalidades.....	5
6.1.1. Microhábitats.....	7
6.1.2. Vegetación riparia.....	7
6.2. Diversidad Biológica.....	8
6.2.1. Métodos de medición al nivel de especies.....	8
6.2.1.1. Medición de la diversidad alfa.....	8
6.2.1.1.1. Medición de la riqueza especifica.....	9
6.2.1.1.2. Índices de diversidad.....	10
6.2.1.2. Medición de la diversidad beta.....	10
6.2.1.2.1. Índice de similitud/disimilitud.....	11
7. DISEÑO METODOLOGICO.....	12
7.1. Descripción del área de estudio.....	12
7.2. Métodos de muestreo.....	15
7.2.1. Macroinvertebrados acuáticos.....	15
7.2.2. Vegetación riparia.....	16
7.3. Análisis de datos.....	16
8. RESULTADOS Y DISCUSION.....	17
8.1. Caracterización de la comunidad de MAEs.....	17
8.1.1. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por tramos de muestreo.....	20
8.1.1.1. Tramo 1.....	20
8.1.1.3. Tramo 2.....	23
8.1.1.2. Tramo 3.....	26
8.1.1.4. Índice de diversidad Beta.....	28
8.1.2. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por Microhábitats.....	30
8.1.2.1. Microhábitat Hojarasca.....	31
8.1.2.1.1. Índices de diversidad Alfa.....	32
8.1.2.1.2. Índice de diversidad Beta.....	34
8.1.2.2. Microhábitat Grava.....	36
8.1.2.2.1. Índices de diversidad Alfa.....	37
8.1.2.2.2. Índice de diversidad Beta.....	40
8.1.2.3. Microhábitat Macrófitas.....	42
8.1.2.3.1. Índices de diversidad Alfa.....	44
8.1.2.3.2. Índice de diversidad Beta.....	46
9. CONCLUSIONES.....	48
10. RECOMENDACIONES.....	50
11. BIBLIOGRAFÍA.....	51

TABLA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cuenca del río Negro.....	12
Figura 2. Tramo de muestreo número 1.....	14
Figura 3. Tramo de muestreo número 2.....	14
Figura 4. Tramo de muestreo número 3.....	15
Figura 5. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en La Chorrera.....	19
Figura 6. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el tramo 1.....	22
Figura 7. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el tramo 2.....	25
Figura 8. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el tramo 3.....	27
Figura 9. Riqueza presente en los tres tramos de muestreo.....	28
Figura 10. Abundancia presente en los tres tramos de muestreo.....	28
Figura 11. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para los géneros de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo.....	29
Figura 12. Riqueza encontrada en los tres microhábitats.....	30
Figura 13. Abundancia encontrada en los microhábitats.....	30
Figura 14. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el microhábitat hojarasca.....	31
Figura 15. Variación de los valores del índice Shannon-Weaver.....	34
Figura 16. Variación de los valores del índice de riqueza de Margalef.....	34
Figura 17. Dendrograma de similaridad de Morisita-Horn para los géneros de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo.....	35
Figura 18. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el microhábitat grava.....	37
Figura 19. Variación de los valores del índice Shannon-Weaver.....	40
Figura 20. Variación de los valores del índice riqueza de Margalef.....	40
Figura 21. Dendrograma de similaridad de Morisita-Horn para los géneros de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo.....	41
Figura 22. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el microhábitat macrófitas.....	43
Figura 23. Variación de los valores del índice Shannon-Weaver.....	46
Figura 24. Variación de los valores del índice riqueza de Margalef.....	46
Figura 25. Dendrograma de similaridad de Morisita-Horn para los géneros de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo.....	47

NUMERACION DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Georeferenciación de los tramos de muestreo en la microcuenca de la Quebrada La Chorrera.....	13
Tabla 2. Vegetación riparia presente en el tramo 1.....	20
Tabla 3. Vegetación riparia presente en el tramo 2.....	23
Tabla 4. Vegetación riparia presente en el tramo 3.....	26
Tabla 5. Valores del índice de diversidad de Shannon- Weaver y riqueza específica de Margalef.....	32
Tabla 6. Valores del índice de de diversidad de Shannon- Weaver y riqueza específica de Margalef.....	38
Tabla 7. Valores del índice de de diversidad de Shannon- Weaver y riqueza específica de Margalef.....	44

ANEXOS

Anexo 1. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales presentes en la quebrada La Chorrera. Hojarasca (H), Macrófitas (M), Grava (G).

Anexo 2. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales presentes en el tramo 1. Hojarasca (H), Macrófitas (M), Grava (G).

Anexo 3. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales presentes en el tramo 2. Hojarasca (H), Macrófitas (M), Grava (G).

Anexo 4. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales presentes en el tramo 3. Hojarasca (H), Macrófitas (M), Grava (G).

Anexo 5. Imágenes de macroinvertebrados acuáticos.

5.1 Clase Crustacea.

5.2 Clase Gastropoda.

5.3 Clase Clitellata.

5.4 Clase Insecta.

Anexo 6. Imágenes de la zona de estudio, paisaje y actividades antrópicas.

6.1. Zona alta de La Chorrera, Vereda El Socorro.

6.2. Zona media de La Chorrera, Veredas El Llano y El Rincón.

6.3. Zona baja de La Chorrera, Vereda El Rincón.

RESUMEN

El trabajo se adelantó entre febrero y mayo del 2011 teniendo como propósito definir y comparar la estructura y composición de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos en tres estaciones de la quebrada La Chorrera, tributario de la cuenca del río Negro, corregimiento de Turminá, municipio de Inzá, departamento del Cauca, ubicado en una zona de vida de bosque húmedo PreMontano (bh-PM), según Holdridge (1967), selva subandina (Cuatrecasas, 1958). Se establecieron muestreos mensuales utilizando una red Surber de 0.25 m². En cada tramo de muestreo se colectaron macroinvertebrados acuáticos en los microhábitats: hojarasca, grava y macrófitas acuáticas, en total el área de muestreo por microhábitat fue de 1 m². Las muestras se llevaron al laboratorio de Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca donde se identificaron en su mayoría hasta género, utilizando claves taxonómicas y guías visuales. En cuanto al análisis estadístico para cada estación de muestreo, se determinó la riqueza específica, índice de diversidad de Shannon Weaver, riqueza de Margalef, similaridad de Bray Curtis y se identificaron los principales tensores antrópicos que afectan la calidad biológica del agua a lo largo de la microcuenca. Se encontró una similaridad del 56% entre la segunda y tercera estación, el índice de Shannon-Weaver presenta una variación entre media y baja, de acuerdo al mes de muestreo, tramo y microhábitat. La familia más abundante fue Elmidae (Coleoptera) con 7 géneros y el género más abundante fue *Leptonema* (Trichoptera) con 500 individuos. La estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados estuvo determinada por las características ambientales, microhábitat e influencia de factores antrópicos, lo cual genera cambios relevantes en la estructura y composición de las comunidades bentónicas.

Palabras Claves: Macroinvertebrados acuáticos, microhábitats, diversidad alfa, diversidad beta, Vegetación riparia.

1. INTRODUCCIÓN

El ecosistema acuático es el resultado de la interacción de los organismos que allí viven, con las condiciones físicas (en especial corrientes y sustrato en arroyos y ríos), la calidad fisicoquímica del agua, la disponibilidad de hábitat adecuado, fuentes de alimentación, la presencia de depredadores, competidores y parásitos (Roldán, 2003; Domínguez & Fernández, 2009).

El agua, el compuesto más abundante sobre la tierra, posee unas características físicas y químicas que la hacen fundamental y única para el desarrollo de la vida tal como se conoce en este planeta. Por tanto, cualquier alteración que el hombre cause en ella, repercute en la estructura de las comunidades que la habitan (Roldán, 2003). Dentro de las comunidades de organismos acuáticos se encuentran los macroinvertebrados, los cuales se asocian a un lugar específico donde vivir, denominado hábitat. Los hábitats acuáticos son muy variados y a cada uno de ellos corresponde una comunidad determinada, así por ejemplo, algunos organismos viven adheridos a la superficie de rocas, pequeñas piedras, troncos sumergidos o restos de vegetación; otros habitan en las orillas, en la vegetación emergente o sumergida. Unos viven sobre la superficie del agua, en tanto otros nadan en ella como los peces; otros se entierran en sustratos arenosos, fangosos o pedregosos ; unos prefieren corrientes rápidas, en tanto que otros lo hacen en aguas quietas o en remansos de los ríos, quebradas, lagos y lagunas. La fauna acuática que se encuentra en remansos es, por tanto, muy diferente a la de las corrientes, así como la de los fondos lodosos, pedregosos o en zonas ribereñas (Roldán, 2003).

Las fuentes hídricas alto andinas son precursoras de grandes ríos, y su estudio contribuye al conocimiento de procesos que tiene lugar en la parte baja de las cuencas.

La quebrada La Chorrera, perteneciente a la cuenca del río Negro, está ubicada en el corregimiento de Turminá, municipio de Inzá. En una zona de vida de Bosque húmedo PreMontano (bh-PM) y Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), según Holdridge (1967), lo que equivale a selva subandina y a selva andina respectivamente, según Cuatrecasas (1958).

Estas tierras se distribuyen en el piso térmico templado y frío, favoreciendo el desarrollo de sistemas productivos como la agricultura y la ganadería, lo cual ha generado un fuerte impacto sobre el ecosistema lótico. Además de otros factores como: la deforestación de la vegetación riparia, la descarga de aguas residuales, la erosión de los suelos, la construcción de vías.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los macroinvertebrados acuáticos se distribuyen en un río de acuerdo a las características físico-químicas del agua, la oferta de alimento, la presencia de depredadores, etc.; estos factores determinan la presencia de ciertos organismos en unos sitios y su reemplazo por organismos diferentes en otros, pero que cumplen la misma función en el sistema, también los microhábitats son un factor importante en la distribución de las comunidades acuáticas, estos facilitan la descripción de la heterogeneidad espacial del río como un conjunto de sustratos funcionales discretos y cubiertos por agua. Cada microhábitat está constituido por distintas fracciones de materia orgánica y en su conjunto representan la estructura física y la oferta de recursos alimenticios para la biota (Ospina, 2004).

El presente proyecto dará respuesta al interrogante: por cual microhábitat muestran preferencia los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada La Chorrera, atendiendo a la presencia de depredadores, la disponibilidad de alimento y tipo de espacio, determinando la estructura y composición de la comunidad.

Teniendo en cuenta lo anterior se plantea este trabajo, con el propósito de estudiar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociada a los microhábitats: hojarasca, grava y macrófitas, realizando la comparación en tres tramos de muestreo en esta quebrada. Así mismo, estudiar la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por tramo y microhábitat.

3. JUSTIFICACIÓN

En el corregimiento de Turminá, municipio de Inzá-Cauca, se localiza la quebrada La Chorrera afluente del principal río de esta zona, el río Negro, tributario de la cuenca alta del río Magdalena. Esta región se ha visto impactada con la reducción de la cobertura forestal riparia por la intervención antrópica, afectando directamente las fuentes de agua que allí nacen, lo cual repercute sobre las comunidades que en ellos se desarrollan.

Entre las comunidades que habitan los sistemas lóticos se encuentra la de los macroinvertebrados acuáticos, que comprenden una gran parte de la diversidad biológica, siendo con frecuencia el principal componente animal de estos sistemas (Esteves, 1988). Estos organismos juegan un papel importante en la red trófica de sistemas dulceacuícolas controlando la cantidad y distribución de sus presas y constituyendo una fuente alimenticia para consumidores terrestres y acuáticos (Wade & Ormerod, 1989), e igualmente, al acelerar la descomposición de detritos (Wallace & Webster, 1996) y contribuir al reciclaje de nutrientes (Wallace, 1997).

Debido a que en el municipio de Inzá no se han realizado trabajos investigativos en el campo de la limnología, y específicamente en el corregimiento de Turminá no existen reportes sobre la biota acuática, es importante que este proyecto se lleve a cabo, pues con ello se pretende conocer y brindar información sobre la riqueza y diversidad de los macroinvertebrados acuáticos que presentan los cuerpos hídricos de la zona y que hasta el momento son desconocidos por la comunidad.

Para lograr tal propósito es necesario realizar estudios que permitan determinar la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada La Chorrera, de esta forma establecer las bases para futuras investigaciones en este campo en el municipio de Inzá, específicamente en lo referente a la bioindicación y calidad del agua, así mismo generar propuestas para la conservación de los ecosistemas lóticos en la región.

4. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por tamos y microhábitats de la quebrada La Chorrera.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la estructura y composición de la fauna de macroinvertebrados acuáticos por tramo.
- Definir la preferencia de los macroinvertebrados acuáticos por un microhábitat.
- Comparar la composición, diversidad, abundancia y riqueza de los microhábitats en los diferentes tramos de muestreo.

6. MARCO CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES

6.1. Generalidades:

Los macroinvertebrados acuáticos se definen como aquellos organismos que se pueden ver a simple vista; es decir, todos aquellos organismos que tengan tamaños superiores a 0.5 mm de longitud. Este grupo incluye al phylum Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Mollusca, Arthropoda, este ultimo incluye la clase Insecta entre los cuales se encuentran los órdenes Coleoptera, Hemíptera, Ephemeroptera, Plecóptera, Odonata, Díptera, Neuróptera y Trichoptera. Estos organismos viven sobre el fondo de lagos y ríos, enterrados en el fondo, sobre rocas, y troncos sumergidos, adheridos a vegetación flotante o enraizada, algunos nadan libremente dentro del agua o sobre la superficie, son habitantes de dos tipos de ecosistemas de aguas dulces muy distintos entre sí: ecosistemas Leníticos y Lóticos (Roldán, 1988; 1992, Roldan, *et al*, 2008).

En la ecología de los ríos, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es de principal importancia para el entendimiento de la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas, como eslabón fundamental de la cadena trófica sirviendo de alimento a los peces, a las aves y anfibios asociados al medio acuático, como predadores de otras larvas de insectos y de pequeños peces; indicadores biológicos de la calidad del agua y componentes del sistema acuático aportando riqueza y diversidad. Además, esta comunidad también provee una importante herramienta para monitoreos y programas de manejo (Rosenberg & Resh, 1993).

Por tanto el conocimiento de la actividad biológica de estos organismos permite entender la dinámica del sistema que habitan y los estudios basados en su taxonomía y distribución, proveen información importante para comprender la ecología y el papel que desempeñan en el medio (Castellanos & Serrato, 2008). Pero a pesar de su importancia, la información disponible de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en el país es aún insuficiente y la poca información que existe al respecto, continua fragmentada en diferentes publicaciones europeas o norteamericanas (Roldan, *et al.*, 2001), siendo aun más escasa la información publicada respecto a su dinámica en cabeceras y nacimientos de ríos (Castellanos & Serrato, 2008).

Trabajos relacionados con el tema de investigación

Para Colombia se registran en los trabajos desarrollados por:

Zamora, 2002.; “Análisis biogeográfico de los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) en el departamento del Cauca.” Desarrolla una propuesta de análisis biogeográfico de los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales del departamento del Cauca.

Bernal, 2006.; en el estudio “Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Paloblanco de la cuenca del río Otún (Risaralda, Colombia)”. Colectaron los macroinvertebrados de las unidades funcionales hojarasca, epilíton, musgo y grava, junto con una muestra de deriva y fauna general. Se encontraron 42 familias de *Insecta*, además de *Acari*, *Annelida*, *Crustacea* e *Hirudinea*. Igualmente familias de presencia exclusiva en cada punto, mostrando diferencias en la composición de las comunidades.

Rodríguez, 2006; “Variación diaria de la deriva de macroinvertebrados acuáticos y de materia orgánica en la cabecera de un río tropical de montaña en el departamento de Nariño, Colombia”. Contribuyen describiendo la variación de la deriva de macroinvertebrados acuáticos y de materia orgánica particulada gruesa (MOPG) durante un ciclo diario en dos tramos de un río de la vertiente occidental de la cordillera Occidental en el departamento de Nariño, recolectando un total de 1.012 individuos.

Castellanos & Serrato, 2008.: “Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el páramo de Santurbán, Norte de Santander”. Determinan la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río ubicado en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. La comunidad de macroinvertebrados encontrada estuvo conformada por 63 taxones, pertenecientes a 30 familias y 12 órdenes, siendo el orden Díptera el más diverso.

Rivera-Usme, *et al.*, 2008.; en el trabajo denominado: “Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del departamento del Quindío-Colombia”. Realizaron un estudio de la entomofauna acuática de ocho quebradas del departamento del Quindío, Colombia en La Tebaida y Calarcá. Entre agosto y diciembre de 2004 donde se colectaron 1917 especímenes distribuidos así: Trichoptera con 524 (la familia más abundante fue Hydropsychidae con 425), Coleoptera 421 (Elmidae con 396 individuos), Heteróptera 391, Odonata 216, seguido por Ephemeroptera, Díptera y Neuróptera.

Orozco & Rojas, 2009.; “Estudio de la influencia de algunos factores ecohidráulicos sobre la distribución de los macroinvertebrados acuáticos en un tramo del río Palace.” Hacen un análisis de la influencia de algunos factores ecohidráulicos sobre la distribución y abundancia de macroinvertebrados en el río Palace;

Trabajos desarrollados en Bolivia y España:

Millet & Prat, 1984; realizaron un estudio acerca de las comunidades de macroinvertebrados a lo largo del río Llobregat. Barcelona-España. En este trabajo se presentan datos acerca de la composición y tipología de las comunidades en el eje principal del río para lo que se utiliza las muestras recogidas durante septiembre y diciembre de 1979 y las de marzo de 1980. El interés máximo de este trabajo radica en la utilización de la mayoría de los taxones a nivel genérico o

específico (incluyendo a los quironómidos) y el establecimiento de comunidades a través de diferentes métodos estadísticos.

Molina, 2008; desarrollan un trabajo donde describen la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en un río alto andino de la cuenca amazónica boliviana, describen la variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales.

6.1.1. Microhábitats:

Hojarasca: Conformada por acumulaciones sumergidas de hojas y madera de diferentes tamaños y en diferente estado de descomposición que son aprovechadas por hongos, bacterias, y macroinvertebrados (Andersson & Sedell, 1979).

Grava: Incluye rocas que están en un rango de tamaño de 2-64 mm (revisado por Ospina, 2004) y que son depositadas por la quebrada en las zonas de remansos o localizadas en zonas de corriente moderada. A diferencia de las rocas grandes este sustrato no ofrece la estabilidad mecánica suficiente para la configuración de abundantes comunidades de algas y macrófitas, pero en cambio dispone de muchos espacios intersticiales que son aprovechados por una comunidad compleja de autótrofos y heterótrofos.

Macrófitas: Definiendo de esta manera a las raíces flotantes de arboles que sobresalen en las riberas de los arroyos y tienen la misma estructura de las macrófitas, sin embargo estas son menos densamente colonizadas (Domínguez & Fernández, 2009).

6.1.2 Vegetación riparia

Un área riparia es aquella que se encuentra junto o directamente influenciada por un cuerpo de agua. Riparios significa “perteneciente al banco de un río”, por lo tanto, se refiere a comunidades bióticas que viven a ambos lados de los ríos, quebradas, lagos e incluso algunos humedales (Lovett & Price, 1999; Price & Lovett, 2002a; Robins & Cain, 2002).

Por lo general son áreas más fértiles y productivas, con mejor calidad de suelos y constituyen la última línea de defensa para la protección de la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos (Price & Lovett, 2002a; Robins & Cain, 2002).

La flora riparia es en sí misma única y diversa, con vegetación generalmente más alta, densa y estructuralmente más compleja que la vegetación circundante (Price & Lovett, 2002e). Su microclima en la mayoría de los casos es más húmedo. La sombra que produce la vegetación riparia es determinante en las fluctuaciones de temperatura de las aguas y cantidad de luz solar, afectando el crecimiento de las plantas que viven junto a los cauces, y consecuentemente a los peces de agua dulce otros vertebrados y macroinvertebrados que se alimentan de animales y

frutas provenientes de los mismos (Price & Lovett, 2002d; Boutin, *et al.*, 2003). La vegetación hallada en las terrazas de inundación en los bosques riparios proveen refugio para peces y otros animales que se encuentran dentro del ecosistema acuático de manera que no sean arrastrados por las altas corrientes que generan las inundaciones y crecientes de los ríos (Price & Lovett, 2002d; Boutin, *et al.*, 2003).

Otro de los factores que caracterizan las áreas riparias es el exceso de sedimentos y nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno, procedentes de las áreas de cultivo (Prosser & Karssies, 2001). Estos componentes afectan drásticamente la calidad del agua, ocasionando en algunos casos la pérdida de los hábitats disminuyendo en consecuencia las diversas formas de vida acuática. Las funciones principales del bosque ripario son las de retardar y reducir la escorrentía superficial utilizando para ello el exceso de nutrientes, atrapar los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos, proteger los cuerpos de agua, y aumentar además la infiltración en las áreas de inundación por acción de las raíces de las plantas que crecen en estas áreas (Price & Lovett, 2002b y c; Price, *et al.*, 2004).

6.2. Diversidad Biológica:

Por “diversidad biológica” se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992).

6.2.1. Métodos de medición al nivel de especies

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Moreno, 2001).

6.2.1.1. Medición de la diversidad alfa

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden,

los dividimos en dos grandes grupos: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Moreno, 2001).

6.2.1.1.1. Medición de la riqueza específica

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces se recurre a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad. A continuación se describe un índice para medir la riqueza de especies (Moreno, 2001).

Riqueza específica (S)

Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

Índice de diversidad de Margalef

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

Donde

S= número de especies

N= número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S = k\sqrt{N}$ donde k es constante. Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando $S-1$, en lugar de S, da $D_{Mg} = 0$ cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

Según el índice de diversidad de Margalef, Valores inferiores a 2,0 están relacionados con zonas de baja diversidad y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

6.2.1.1.2. Índices de Diversidad

Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad (Moreno, 2001).

Índice de Shannon – Weaver, H' .

Se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio.

La fórmula del índice de Shannon-Weaver es la siguiente:

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

Donde:

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i) se halla de la siguiente manera: $p_i = n_i/N$

Donde:

n_i = número de individuos por especie.

N = número total de individuos en la muestra.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia)

Los rangos para este índice en cuanto a diversidad son:

0 - 1.5: Poca Diversidad

1.6 – 3: Mediana Diversidad

3.1 – 5: Alta Diversidad

(Valores adaptados por Zamora, 2007).

6.2.1.2. Medición de la diversidad beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales. La medición de la diversidad beta está basada en proporciones o diferencias. Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia

de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc) (Moreno, 2001).

6.2.1.2.1. Índices de similitud/disimilitud

El coeficiente de similitud de Bray-Curtis

Este índice se formula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^s [X_{ij} - X_{ik}]^2}{\sum_{i=1}^s [X_{ij} + X_{ik}]^2}$$

Donde:

B= medida de Bray-Curtis entre las muestras j y k
 = número de individuos de la especie i en la muestra j
 = número de individuos de la especie i en la muestra k
S= número de especies

Ignora los casos en las que las muestras son ausentes en ambas muestras. Los valores de esta medida de similitud oscila de cero a uno y puede ser transformada en una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis (1 - B) (Ludwig & Reynolds, 1988; Chávez, *et al.*, 2005).

Índice de Morisita-Horn

$$I. M - H = \frac{2 \sum (a_{ni} * b_{nj})}{(da + db)aN * bN}$$

Donde

a_{ni} = número de individuos de la i -ésima especie en el sitio A
 b_{nj} = número de individuos de la j -ésima especie en el sitio B
 $da = \sum a_{ni}^2 / aN^2$
 $db = \sum b_{nj}^2 / bN^2$

Este índice está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y tiene la desventaja de que es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante (Moreno, 2001).

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Descripción del área de estudio

La quebrada La Chorrera está localizada a una altura comprendida entre los 1466 y 2377 m.s.n.m. con una longitud aproximada de 3.5 km, en la cordillera Central, en la microcuenca del río Negro (Figura 1), cuenca alta del río Magdalena, en el corregimiento de Turminá, municipio de Inzá. En una zona de vida de Bosque húmedo PreMontano (bh-PM) y Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), según Holdridge (1967), lo que equivale a selva subandina y a selva andina respectivamente según Cuatrecasas (1958). Presenta una temperatura media entre 14-19 °C, según la altitud de cada tramo, y una precipitación anual de 1526 mm (Tomado de: <http://www.inza-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=M1-1--&m=f&s=m>, visitado el 24 de noviembre de 2010; 8.30 p.m); referenciada a 82 Km NE del municipio de Popayán.



Figura 1. Cuenca del río Negro, en azul la microcuenca de la quebrada La Chorrera. (Adaptado de: La cuenca del río Negro, Inzá. ACIT, CRC; 2007).

Las tierras del corregimiento de Turminá se distribuyen en el piso térmico templado, favoreciendo el desarrollo de sistemas productivos como la agricultura principalmente el cultivo de café, yuca, plátano, tomate, lulo, maíz y frijol y la ganadería a pequeña escala para la producción de carne. El sistema productivo agropecuario es el principal causante en el cambio del uso del suelo, y determinante en la tenencia de las tierras. En este municipio la distribución de tierra se presenta en pequeñas parcelas. Entre los grupos poblacionales se encuentran Paeces, Guambianos y campesinos.

Para el estudio de la quebrada se establecieron tres tramos con el fin de evaluar la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados.

- **El tramo 1:** en la vereda El Socorro presenta disminución de la cobertura vegetal causada por la deforestación en un aumento de la explotación ganadera, cultivo de frutales, construcción de la bocatoma para el acueducto del corregimiento de Turminá y caminos de herradura (Figura 2).
- **El tramo 2:** a una distancia de 2.16 Km entre las veredas El Llano y El Rincón, se encuentran cultivos de café, yuca, plátano, caña y frutales y construcción de vías de transporte (Figura 3).
- **El tramo 3:** se encuentra a una distancia de 3 Km del primero en la vereda El Rincón, con establecimientos de cultivos de café, caña, frutas, plátano, yuca, lo que ha generado disminución de la vegetación riparia que protege la cuenca, aumentando los deslizamientos de tierras en las riberas de La Chorrera (Figura 4).

Tabla 1. Georeferenciación de los tramos de muestreo en la microcuenca de la quebrada La Chorrera.

Tramo	Altura (msnm)	W	N	Equipo
1	2325	76°03'59.98"	2°29'52.41"	GPS, Garmin Vista HCx
2	1660	76°03'16.56"	2°29'06.17"	
3	1503	76°02'52.9"	2°28'59.37"	





Figura 2.Tramo de muestreo 1.

(a), vegetación riparia protegiendo la cuenca, (b), proceso de deforestación, (c y d), pisoteo de las corrientes de agua por efecto del transporte de personas, ganado y caballos, cría de ganado. Vereda El Socorro.



Figura 3.Tramo de muestreo 2.

(a), la vegetación riparia ha ido cediendo paso a los cultivos de café y frutales como lulo y tomate, (b), las vías de transporte afectando directamente el recorrido del cauce. Veredas El Llano y El Rincón.



Figura 4.Tramo de muestreo 3.

(a), el aumento del cauce en la temporada lluviosa ocasiona deslizamientos de tierra sobre el cauce de la quebrada, (b), la deforestación y el cambio en el uso del suelo ocasiona la desaparición de la vegetación riparia. Vereda El Rincón.

7.2. Métodos de muestreo

7.2.1. Macroinvertebrados acuáticos

Los muestreos se desarrollaron entre los meses de Febrero a Mayo de 2011.

Para la recolección de los macroinvertebrados, se empleó una red Surber de 0.25 m², para muestras cuantitativas. En cada tramo de muestreo se colectaron macroinvertebrados acuáticos de los microhábitats: hojarasca, grava y macrófitas, 1 muestra de fauna por microhábitat, cada una con tres replicas. En total el área de muestreo por microhábitat fue de 1 m². La hojarasca fue tomada y colocada en cubos con agua a partir de los cuales son fácilmente capturados los organismos de la lamina foliar o los organismos que requieren oxígeno y que comienzan a ir a la superficie a medida que el fondo del cubo se desoxigena, la grava, guijarros y arenas gruesas se removieron con la mano y pie, la corriente lleva los organismos y partículas finas hacia la red, las raíces de macrófitas sobresalen en las riberas de los arroyos, estas se lavaron cuidadosamente dentro de la red y evitando dañarlas debido a su lento crecimiento (Domínguez & Fernández, 2009). El tiempo de muestreo con la red Surber fue de 10 minutos removiendo el sustrato para la captura de macroinvertebrados acuáticos, los cuales se preservaron en recipientes con alcohol al 70% por cada tramo de muestreo y microhábitat con las respectivas etiquetas que incluyen: localización geográfica, tramo de muestreo, tipo de microhábitat, fecha.

Para la determinación de los macroinvertebrados presentes en las muestras, se realizó la separación manual bajo estereoscopio en el laboratorio de Recursos Hidrobiológicos Continentales (RHC) de la Universidad del Cauca, donde se identificaron con la ayuda de guías y claves específicas para el estudio de estos organismos (Merritt & Cummins, 1979; Mc Cafferty & Provansha, 1981; Needham & Needham, 1982; Roldan, 1988; Machado, 1989; Schuh & Slater, 1995; Epler, 1996; Wiggins, 1996; Domínguez & Fernández, 2009). De esta manera Se determinaron las familias y géneros presentes en la quebrada La Chorrera.

7.2.2. Vegetación riparia

Por tramo de muestreo se realizó una caracterización de la vegetación riparia por medio de observaciones en campo de las familias de plantas presentes en el recorrido de la quebrada. Con el fin de representar la mayor cantidad de vegetación posible se realizaron colectas, para su procesamiento y determinación fueron llevadas al Herbario (CAUP) de la Universidad del Cauca, obteniéndose los géneros y especies presentes.

7.3. Análisis de datos

Los datos obtenidos permitieron determinar la estructura y composición de la fauna de macroinvertebrados acuáticos presentes en la microcuenca de la quebrada La Chorrera, empleando el índice de diversidad de Shannon-Weaver, índice de diversidad de Margalef, se realizó un análisis de manera cuantitativa. Finalmente se empleó el análisis de similaridad de Bray-Curtis para comparar las composiciones de los tramos de muestreo, ya que Bray-Curtis enfatiza en la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo, y el análisis de similaridad de Morisita-Horn para comparar los microhábitats, ya que Morisita-Horn está altamente influenciado por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, utilizando el software Past.exe.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Se colectaron en total 2291 individuos, pertenecientes a 3 phyla, 4 clases, 14 órdenes, 49 familias, 74 géneros. Los órdenes más abundantes en la microcuenca La Chorrera fueron: Trichoptera 39.5% (886 individuos), Ephemeroptera 20.5% (459 ind) Plecoptera 13.4% (301 ind), Coleoptera 10.4% (234 ind), Amphipoda 5.6% (125 ind), Diptera 5.4% (120 ind).

El orden Coleoptera presentó la mayor riqueza con 10 familias y 22 géneros, seguido por Diptera con f: 10 y g: 16, Trichoptera F: 9 familias y g: 11, Hemiptera f:

4 y g: 4, Ephemeroptera f: 3 y g: 6, Lepidoptera f: 3 y g: 4, Haplotaixida, Basommatophora y Odonata f: 2 y g: 2, Plecoptera, Megaloptera, Amphipoda, Decapoda, Rhynchobdellida f: 1 y g: 1. En el anexo 1, se relacionan los individuos colectados durante los meses de febrero a mayo del año 2011.

La abundancia a nivel de los géneros reportó para *Leptonema* sp 21,82% (S: 500 ind/m²), *Anacroneuria* sp 13,14% (S: 301 ind/m²), *Helicopsyche* sp 7,46% (S: 171 ind/m²), *Farrodes* sp 6,20% (S: 142 ind/m²), *Anchytarsus* sp (S: 131 ind/m²), *Hyalella* sp (S: 125 ind/m²) y *Leptohyphes* sp (S: 122 ind/m²) con 5%, *Phylloicus* sp 4% (S: 113 ind/m²), *Baetis* sp (S: 83 ind/m²) y *Baetodes* sp 3% (S: 82 ind/m²) (Figura 5).

De acuerdo a Roldan, *et al.* (2008); el orden coleóptera constituye uno de los órdenes más grandes y complejos. Esto se debe a que ocupan una gran diversidad de hábitats acuáticos y semi-acuáticos, como ecosistemas de aguas frías, de corrientes rápidas, salobres y aguas estancadas en estuarios y ciénagas, tolerando altas variaciones en los niveles de oxígeno, considerándolos por tal razón, como buenos indicadores de la calidad del agua.

Los dípteros constituyen otro de los órdenes de insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en el mundo. Viven en hábitats muy variados; se encuentran en ríos arroyos, lagos, embalses, brácteas de bromeliáceas y demás plantas que acumulen agua, en orificios de troncos viejos y aun en las costas marinas.

Los tricópteros viven en todos los tipos de hábitats lóticos y leníticos, pero donde alcanzan la mayor diversidad es en los lóticos fríos. La mayoría de los tricópteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material acumulado.

Los hemípteros viven en remansos de ríos y en ecosistemas leníticos con abundante vegetación. En general comparten el mismo hábitat de los odonatos y tienen las mismas exigencias ecológicas como: aguas oligomesotróficas. Algunos hemípteros resisten altas concentraciones de salinidad, por lo que es frecuente encontrarlos en lagunas costeras y estuarios.

Los efemerópteros viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, aunque algunas especies pueden resistir moderados grados de contaminación orgánica. Normalmente habitan en los cursos altos de agua, debido a que estas áreas presentan menor grado de contaminación.

Los lepidópteros viven en aguas muy oxigenadas de curso rápido, bajo telas sedosas tejidas sobre la superficie de las rocas y se alimentan de algas, algunos viven adheridos a plantas acuáticas. Los lepidópteros constituyen un grupo pequeño en el neotrópico, y aun muy desconocido.

Los plec6pteros son un grupo peque1o y poco diversificado en el tr6pico, las ninfas de los plec6pteros viven en aguas r6pidas, limpias y bien oxigenadas, debajo de troncos, piedras y hojas.

Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancias totales de géneros presentes en la quebrada La Chorrera

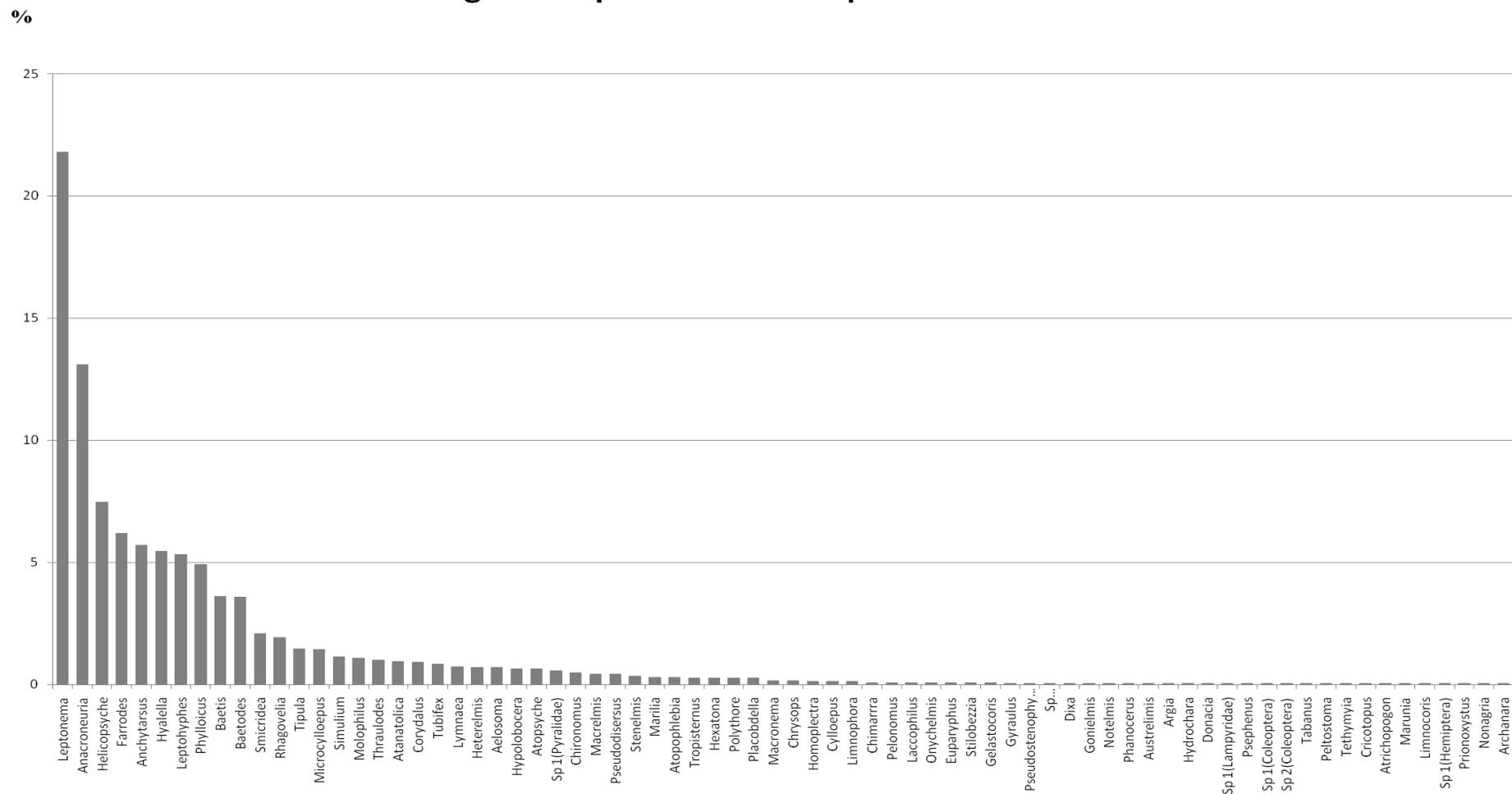


Figura 5. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en La Chorrera.

8.1.1. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por tramos de muestreo

8.1.1.1. Tramo 1

Parte alta de la microcuenca de La Chorrera, ubicada en la vereda El Socorro. La vegetación riparia se encuentra representada por familias como: Orchidaceae, Melastomataceae, Acanthaceae, Alstromeriaceae, Araceae, entre otras (Tabla 2).

Tabla 2. Vegetación riparia presente en el tramo 1.

Familia	Género/Especie
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> sp.
	<i>Habenaria monorrhiza</i> (Sw.) Rchb. f.
	<i>Eurystyles cotyledon</i> Wawra.
	<i>Maxillaria</i> sp.
	<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.
	<i>Habenaria gollmeri</i> Schltr.
	<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.
	<i>Tibouchina</i> sp.
	<i>Miconia pedicellata</i> Cogn.
Rubiaceae	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause.
	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg.
	<i>Genipa</i> sp.
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.
	<i>Piper</i> sp.
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltld.
Araceae	<i>Syngonium</i> sp.
	<i>Anthurium microspadix</i> Schott.
Campanulaceae	<i>Centropogon</i> sp.
Burmanniaceae	<i>Gymnosiphon suaveolens</i> (H. Karst.) Urb.
Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.
Fabaceae	<i>Abarema</i> sp.
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea</i> sp.
Caprifoliaceae	<i>Valeriana</i> sp.
Moraceae	<i>Sorocea</i> sp.
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth.
Violaceae	<i>Viola</i> sp.
Gesneriaceae	<i>Kohleria</i> sp.
Salviniaceae	<i>Azolla pinnata</i> R. Br.
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.

Muchos peces y macroinvertebrados bentónicos buscan refugio en las raíces sumergidas de los árboles de orilla. Los animales que habitan el río se alimentan de frutos, hojas, ramas, troncos en diferentes grados de descomposición e insectos que vienen principalmente de las zonas riparias (Chará, 2003). Los peces y macroinvertebrados bentónicos obtienen acceso a estos recursos de las plantas que cuelgan por encima del agua, principalmente en pequeños ríos en donde frutos, semillas o insectos caen al río o son arrastrados o acarreados hacia el agua (Robins & Cain, 2002).

Las aguas en este tramo se notan claras y bien oxigenadas, con la presencia de géneros como: *Anacroneuria sp*, *Anchytarsus sp*, *Farrodes sp*, entre otros, indicadores de bajos niveles de contaminación y de impacto antrópico sobre la cuenca. Este tramo representa un hábitat adecuado para el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

En la figura 6 se observa la abundancia de 38 géneros pertenecientes a 26 familias y 13 órdenes colectados. Los órdenes presentes con su respectiva riqueza fueron: Trichoptera con 6 familias y 7 géneros, Diptera f: 5 y g: 9, Coleoptera f: 3 y g: 7, Ephemeroptera f: 2 y g: 3, Odonata f: 2 y g: 2, Plecoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Amphipoda, Decapoda, Haplotaaxida, Basommatophora, Rhynchobdellida con f: 1 y g: 1, en total se colectaron 1024 individuos.

La abundancia a nivel de los géneros reportó para *Leptonema sp* 16.2% (S: 166 ind/m²), *Phylloicus sp* 11% (S: 116 ind/m²), *Helicopsyche sp* 12.6% (S: 129 ind/m²), *Anacroneuria sp* 17% (S: 174 ind/m²), *Farrodes sp* 13% (S: 133 ind/m²), *Hyalella sp* 12% (S: 123 ind/m²) (Figura 6).

En el anexo 2 se relacionan los individuos colectados en el primer tramo durante los cuatro meses de muestreo y microhábitat en el que se encontró.

Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancias totales de géneros presentes en el tramo 1

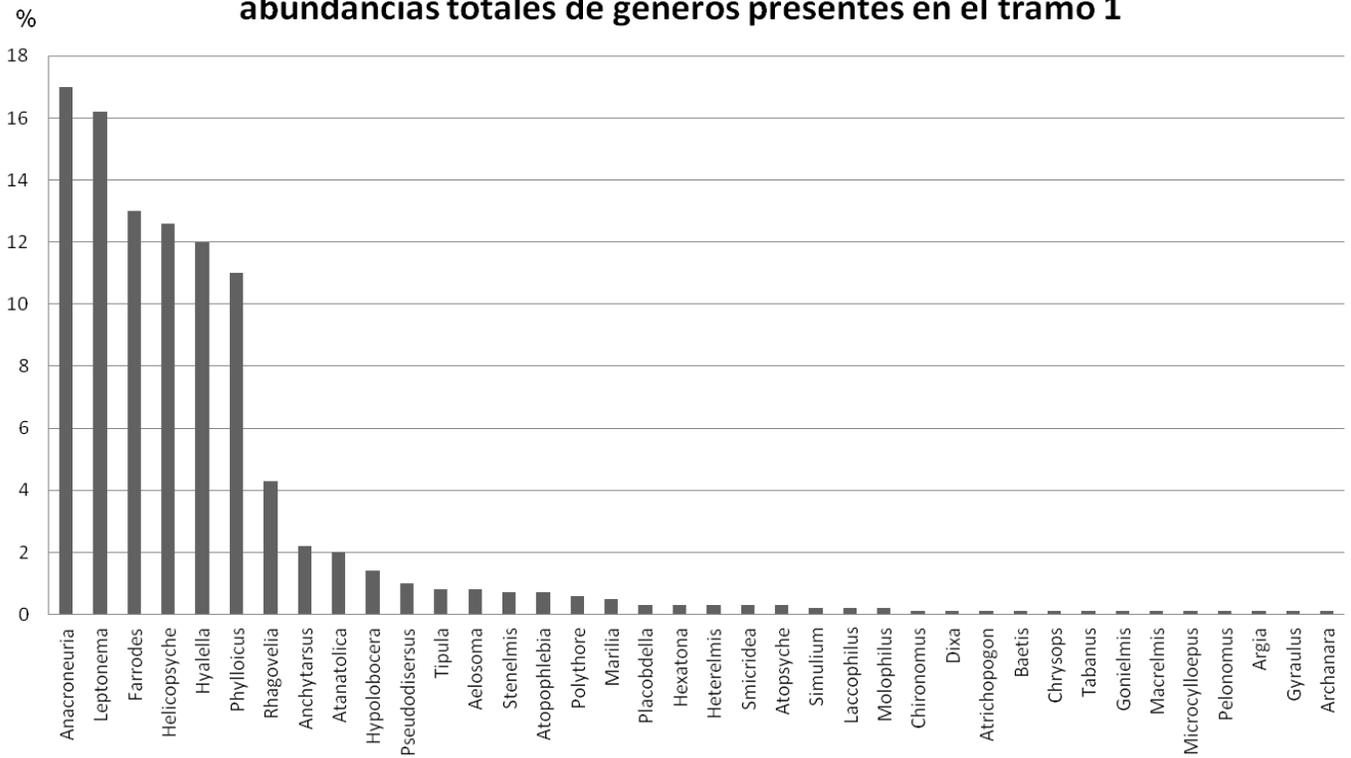


Figura 6. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el tramo 1.

8.1.1.2. Tramo 2

Parte media de la microcuenca de La Chorrera, ubicada entre las veredas El Llano y El Rincón. La vegetación riparia se encuentra representada por familias como: Acanthaceae, Asclepiadaceae, Fabaceae, Gesneriaceae, Melastomataceae, entre otras (Tabla 3).

Tabla 3. Vegetación riparia presente en el tramo 2.

Familia	Género/Especie
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp. <i>Ladenbergia</i> sp.
Melastomataceae	<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC. <i>Clidemia ciliata</i> Pav. ex D. Don <i>Tibouchina</i> sp.
Apocynaceae	<i>Mandevilla</i> sp. <i>Gonolobus</i> sp.
Ericaceae	<i>Cavendishia</i> Gray. <i>Spherospermum</i> Poepp. & Endl.
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp. <i>Piper</i> sp.
Moraceae	<i>Ficus</i> sp. <i>Ficus</i> sp 1.
Fabaceae	<i>Mucuna</i> sp. <i>Mimosa</i> sp.
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze
Actinidaceae	<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) D. Dietr.
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume
Rubiaceae	<i>Manettia</i> Mutis ex L.
Clusiaceae	<i>Clusia ellipticifolia</i> Cuatrec.
Apocinaceae	<i>Mandevilla</i> sp.
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i> Trécul.
Gesneriaceae	<i>Kohleria</i> sp.
Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon</i> sp. <i>Campyloneurum</i> sp.
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L. <i>Equisetum bogotense</i> Kunth.
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp. <i>Selaginella</i> sp 1.
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp.

Las aguas se notan claras y bien oxigenadas gracias a la caída del agua en cascadas, la presencia de géneros como *Anacroneturia sp*, *Anchytarsus sp*, *Farrodes sp*, *Thraulodes sp*, entre otros, demuestran esta condición de la quebrada. Este tramo aunque representa un hábitat adecuado para el desarrollo de estos organismos, presenta problemas de deforestación de la vegetación riparia, establecimientos de cultivos agrícolas, y una vía de transporte que afecta directamente la cuenca, la presencia de géneros como *Lymnaea sp*, *Tubifex sp*, *Chironomus sp*, *Molophilus sp* en este tramos son indicadores del nivel de impacto.

La deforestación es el resultado del reemplazo de áreas de bosques naturales continuos a otros usos de la tierra, siendo uno de los mayores problemas para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los ecosistemas en los trópicos (Bennett, 1999).

Entre las principales consecuencias que provoca la deforestación de los bosques riparios tropicales se encuentra la pérdida de biodiversidad, reducción de la calidad del agua y la degradación de las cuencas hidrográficas en general. Es claro que todas estas consecuencias están vinculadas entre sí, y generan otras consecuencias secundarias. Entre estas se reconocen los problemas sociales; económicos y de salud (Lowrance, *et al.*, 2001).

El ambiente ripario no está aislado de la pérdida de diversidad genética, y las tierras y aguas que lo rodean, su vida animal y vegetal se ven afectados por lo que sucede alrededor, como el uso de la tierra, una vez que este tipo de vegetación ha sido removida es muy difícil y costoso volver a establecerla, por las características peculiares en su composición (Robert, *et al.*, 2000).

En la figura 7 se presenta la abundancia de 51 géneros pertenecientes a 38 familias y 12 órdenes colectados en el tramo 2 de muestreo. Los órdenes presentes con su respectiva riqueza fueron: Coleoptera f: 8 y g: 14, Trichoptera con 7 familias y 9 géneros, Diptera f: 5 y g: 9, Ephemeroptera f: 3 y g: 5, Lepidoptera, Haplontaxida y Hemiptera f: 2 y g: 2, Megaloptera, Plecoptera, Amphipoda, Basommatophora, Rhynchobdellida con f: 1 y g: 1, en total se colectaron 639 individuos. En este tramo se nota la ausencia de los órdenes Decapoda y Odonata.

La abundancia a nivel de los géneros reportó para *Leptohyphes sp* 14.9% (S: 95 ind/m²), *Leptonema sp* 11.3% (S: 72 ind/m²), *Anchytarsus sp* 11.1% (S: 71 ind/m²), *Baetodes sp* 10.6% (S: 68 ind/m²) (Figura 7).

En el anexo 3 se relacionan los individuos colectados en el segundo tramo durante los cuatro meses de muestreo y microhábitat en el que se encontraban.

Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancias totales de géneros presentes en el tramo 2

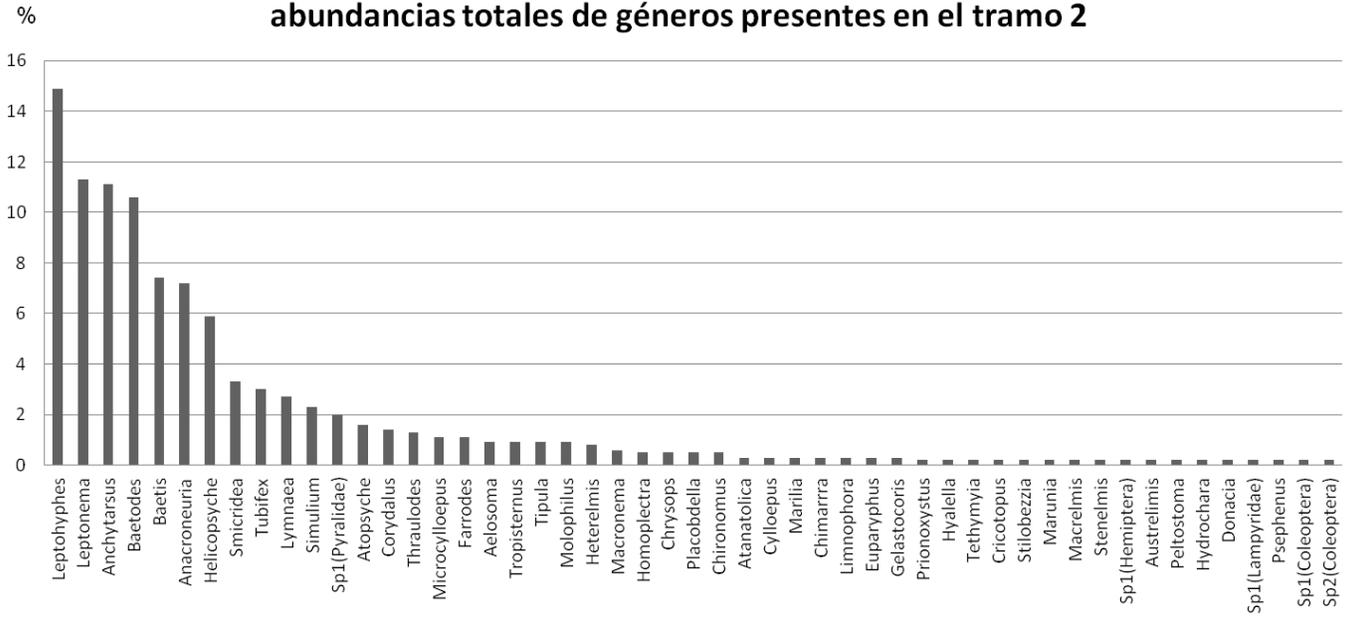


Figura 7. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el tramo 2.

8.1.1.3. Tramo 3

Parte baja de la microcuenca de La Chorrera, ubicada en la vereda El Rincón. La vegetación riparia se encuentra representada por familias como: Apocynaceae, Arecaceae, Cecropiaceae, Gesneriaceae, Moraceae, Rubiaceae, Siparunaceae (Tabla 4).

Tabla 4. Vegetación riparia presente en el tramo 3.

Familia	Género/Especie
Zingiberaceae	<i>Renealmia</i> sp. <i>Hedychium coronarium</i> J. König.
Rubiaceae	<i>Ladenbergia</i> sp. <i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze
Melastomataceae	<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC.
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i> Trécul.
Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i> Kunth.
Lamiaceae	<i>Scutellaria incarnata</i> Vent.
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanum</i> L.
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston.
Fabaceae	<i>Inga punctata</i> Willd.
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth.

Este tramo presenta características similares al segundo, en cuanto a la presencia de géneros de macroinvertebrados acuáticos que revelan el nivel de impacto generado sobre la cuenca. La deforestación y el cambio en el uso del suelo limitan el aporte de material alóctono, afectan el establecimiento de los microhábitats, y el crecimiento de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada.

En la figura 8 se relaciona la abundancia de 34 géneros pertenecientes a 22 familias y 11 órdenes colectados en el tramo 3 de muestreo. Los órdenes presentes con su respectiva riqueza fueron: Diptera f: 5 y g: 7, Trichoptera con 4 familias y 5 géneros, Coleoptera f: 3 y g: 9, Ephemeroptera f: 3 y g: 5, y Hemiptera, Lepidoptera Haplotoxida Megaloptera, Plecoptera, Decapoda y Amphipoda con f: 1 y g: 1, en total se colectaron 628 individuos en este tramo se nota la ausencia de los órdenes Odonata, Basommatophora y Rhynchobdellida.

En este tramo la abundancia a nivel de los géneros reportó para *Anacroneuria* sp 12.9% (S: 81 ind/m²), *Anchytarsus* sp 5.89% (S: 37 ind/m²), *Baetis* sp 5.57% (S: 35 ind/m²), *Leptohyphes* sp 4.3% (S: 27 ind/m²), *Microcyloopus* sp 3.98% (S: 25 ind/m²), *Smicridea* sp 3.82% (S: 24 ind/m²) (Figura 8).

En el anexo 4 se relacionan los individuos colectados en el tercer tramo durante los cuatro meses de muestreo y microhábitat en el que se encontraban.

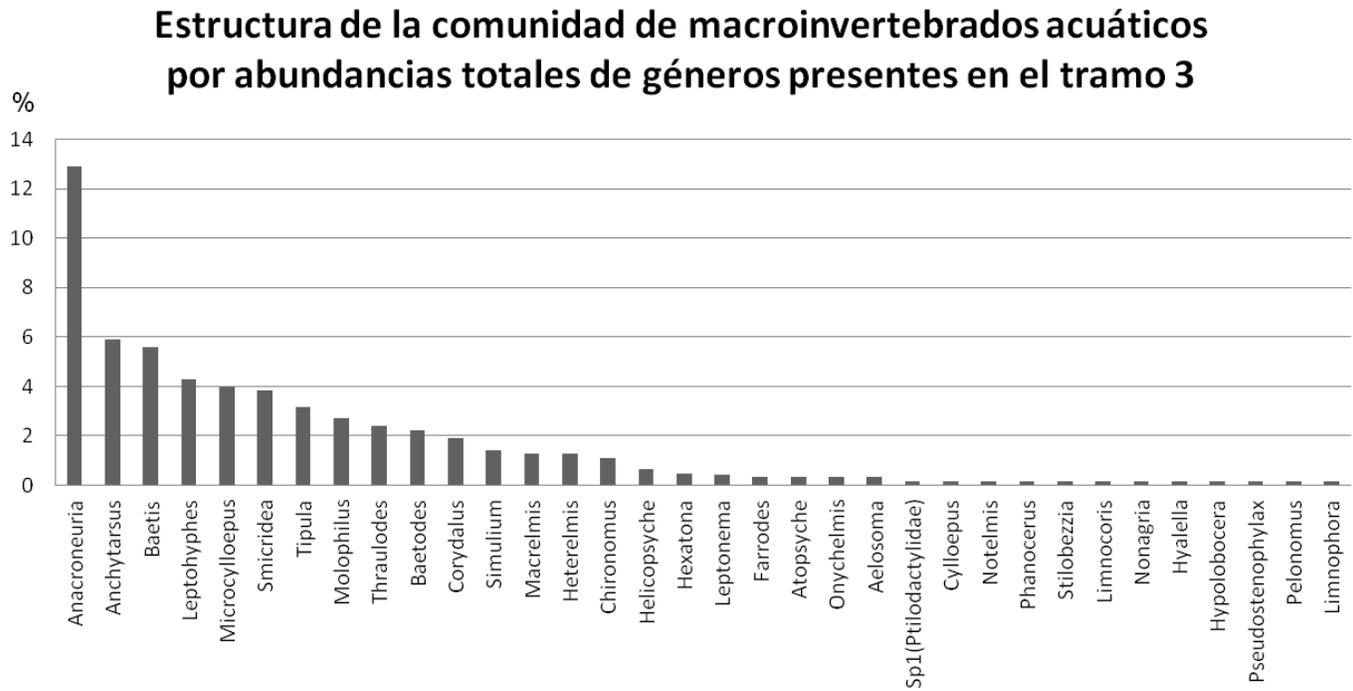


Figura 8. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el tramo 3.

En la figura 9 se observa la riqueza de órdenes, familias y géneros presentes en los tres tramos de muestreo, el tramo uno presenta la mayor riqueza respecto a los órdenes, el tramo dos presenta la mayor riqueza de familias y géneros. En la figura 10 se detalla la abundancia por tramo y por mes de monitoreo. En febrero la mayor abundancia se encuentra en el segundo tramo, en marzo se presenta un aumento en la abundancia, marzo representa el mes de transición entre la temporada seca y la temporada de lluvias, lo cual indica que esta es un temporada adecuada que favorece el aumento de la abundancia en la comunidad. En abril y mayo se observa una disminución en el tramo dos y tres, a causa de las lluvias, el aumento del caudal, que provocan deslizamientos de tierra, arrastre de sedimentos, disminuyendo la oferta de alimento y hábitat.

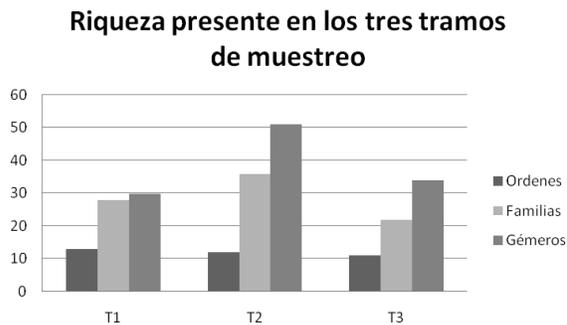


Figura 9. Riqueza presente en los tres tramos de muestreo, tramo 1 (T1), tramo 2 (T2), tramo 3 (T3).

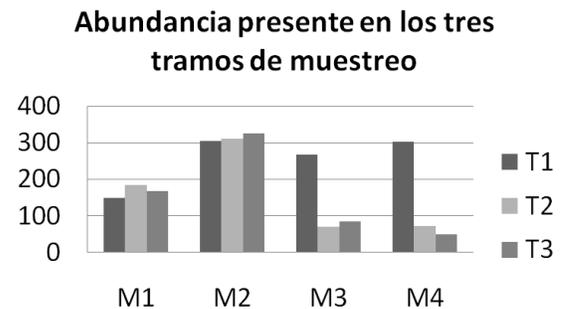


Figura 10. Abundancia presente en los tres tramos de muestreo, tramo 1 (T1), tramo 2 (T2), tramo 3 (T3), febrero (M1), marzo (M2), abril (M3), mayo (M4).

8.1.1.4. Índice de diversidad Beta

Con relación al análisis estadístico se empleo el software past.exe, para realizar la prueba de similaridad de Bray-Curtis, con el fin de comparar los diferentes tramos de muestreo mediante un dendrograma (Figura 11).

Según el dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo de la quebrada La Chorrera, se tienen que el tramo 2 y 3 tienen una similaridad del 57%, en cuanto al tramo 1 con relación al tramo 2 y 3 se encuentran con una similaridad del 50%, el porcentaje de similaridad entre los tramos 2 y 3 se debe básicamente a la distancia entre los dos tramos 0.84 Km y la altura a la que se encuentra cada uno, 1660 y 1503 m.s.n.m. respectivamente, además durante los meses de abril y mayo en el tramo 2 no se encuentro el microhábitat hojarasca al igual que en abril en el tramo 3, por efecto de la lluvia en el arrastre de los sedimentos, debido a que abril y mayo fueron los meses de lluvias. También se debe al nivel de impacto antrópico y afectación sobre la cuenca que se puede

determinar por la presencia de familias como: Gelastocoridae, Stratiomyidae, Ceratopogonidae, Lymnaeidae, Chironomidae, Tubificidae, en el tramo 2. Tipulidae, Ceratopogonidae, Muscidae, Chironomidae en el tramo 3. La presencia de organismos de estas familias indican contaminación de la cuenca hídrica, por ejemplo, organismos como los de la familia Tubificidae se encuentran en aguas altamente contaminadas, Muscidae y Chironomidae son característicos de aguas muy contaminadas, Tipulidae y Ceratopogonidae de aguas contaminadas, Gelastocoridae, Stratiomyidae y Lymnaeidae son organismos de aguas moderadamente contaminadas a aguas contaminadas (Roldan, 2003).

El primer tramo de muestreo presento la mayor cantidad de individuos colectados con un total 1024, esto se debe a el menor grado de intervención antrópica, la quebrada presenta aguas claras, bien oxigenadas y dominada por vegetación riparia que le da sombra y suministros de residuos vegetales, los invertebrados están dominados por desmenuzadores que utilizan los restos vegetales como fuente de alimento y por los colectores que consumen materia orgánica particulada gruesa (MOPG) (Roldan, *et al.*, 2008).

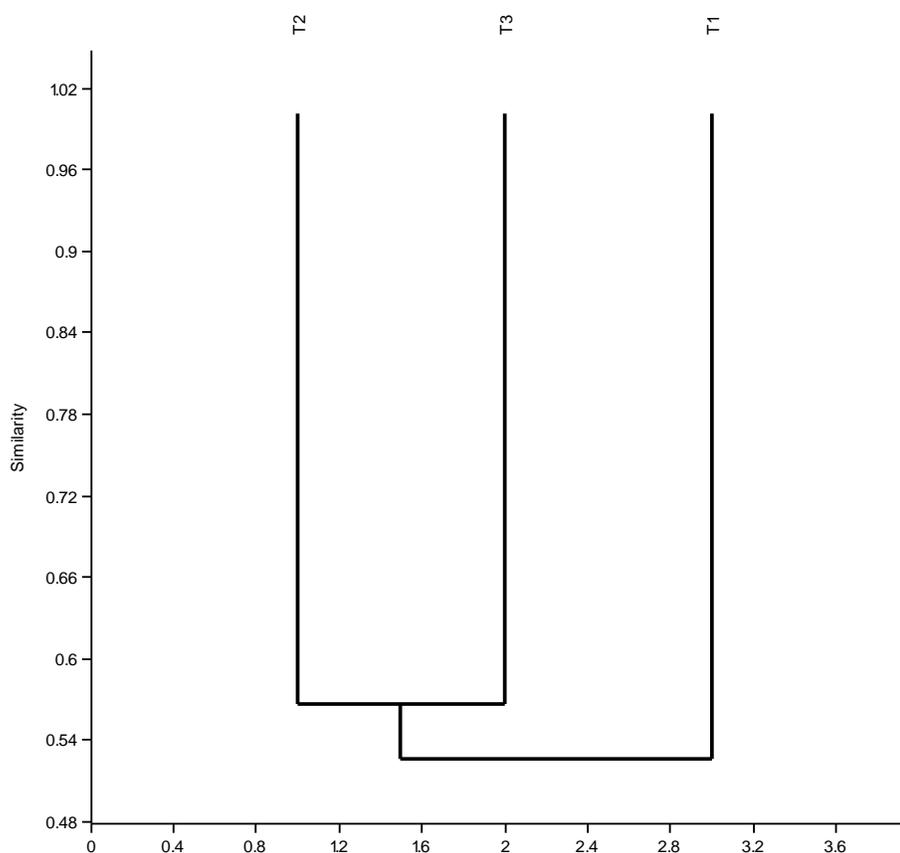


Figura 11. Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para los géneros de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo. Tramo 1 (T1), Tramo 2 (T2), Tramo 3 (T3).

8.1.2. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por Microhábitats

En cuanto a la riqueza se obtuvo en la hojarasca, 11 órdenes, 26 familias y 39 géneros, con 673 individuos, las macrófitas presentaron 14 órdenes, 42 familias y 54 géneros con 1010 individuos, para la grava se obtuvieron 12 órdenes, 32 familias y 40 géneros con un total de 608 individuos colectados (Figura 12). Las macrófitas presentan la mayor riqueza en cuanto a órdenes, familias y géneros.

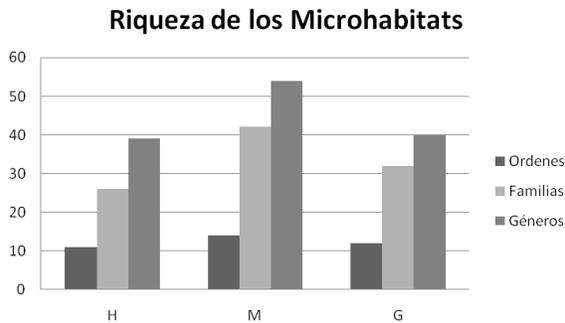


Figura 12. Riqueza encontrada en los tres microhábitats, hojarasca (H), grava (G), macrófitas (M).

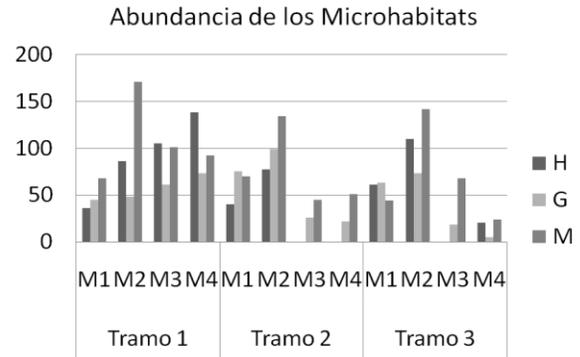


Figura 13. Abundancia encontrada en los microhábitats, febrero (M1), marzo (M2), abril (M3), mayo (M4), hojarasca (H), grava (G), macrófitas (M).

Por su parte la abundancia varía de acuerdo al tramo y mes de muestreo, presentándose un aumento en marzo, época de transición entre la temporada seca y lluvias, en los tres tramos. En el segundo tramo se presenta disminución en la abundancia en abril y mayo, al igual que en abril en el tercer tramo. Las principales causas impactantes son la deforestación, los deslizamientos de tierras durante las lluvias, el aumento del caudal y el arrastre de sedimentos. En el primer tramo no se observa esta disminución debido a que el grado de impacto antrópico es menor (Figura 13). Las macrófitas presentan la mayor abundancia seguida de la hojarasca y la grava.

8.1.2.1. Microhábitat hojarasca

En el primer tramo el aporte de hojarasca y frutos a la cuenca por parte de la vegetación riparia es abundante, este material vegetal representa una fuente importante de alimento y hábitat para la comunidad de macroinvertebrados. La llegada de las lluvias en abril y mayo se convierte en un tensor ambiental, el aumento del caudal genera deslizamientos de tierra de las riberas, arrastre de sedimentos y ausencia de hojarasca en el segundo tramo. El tercer tramo presenta la misma característica en el mes de abril.

Los órdenes presentes con su respectiva riqueza fueron: Diptera con 6 familias y 8 géneros, Trichoptera con f: 5 y g: 6, Coleoptera f: 4 y g: 12, Ephemeroptera f: 3 y g: 5, Haplontaxida f: 2 y g: 2, Odonata, Plecoptera, Amphipoda, Decapoda, Megaloptera y Basommatophora, con f: 1 y g: 1, en total se colectaron 673 individuos (Tablas 4, 6 y 8). En el primer tramo se colectaron 365 individuos m², en el segundo tramo 117 ind m² y 191 ind m² el tercer tramo.

En la figura 14 se observa la abundancia a nivel de los géneros, representada por: *Leptonema sp* con 20.4% (S: 187 ind/m²), *Anacroneuria sp* con 16.9% (S: 114 ind/m²), *Phylloicus sp* con 15.3% (S: 103 ind/m²), *Anchytarsus sp* 6.1% (S: 41 ind/m²), *Helicopsyche sp* 5.9% (S: 40 ind/m²), *Leptohyphes sp* 5.8% (S: 39 ind/m²), *Farrodes sp* 5.5%.

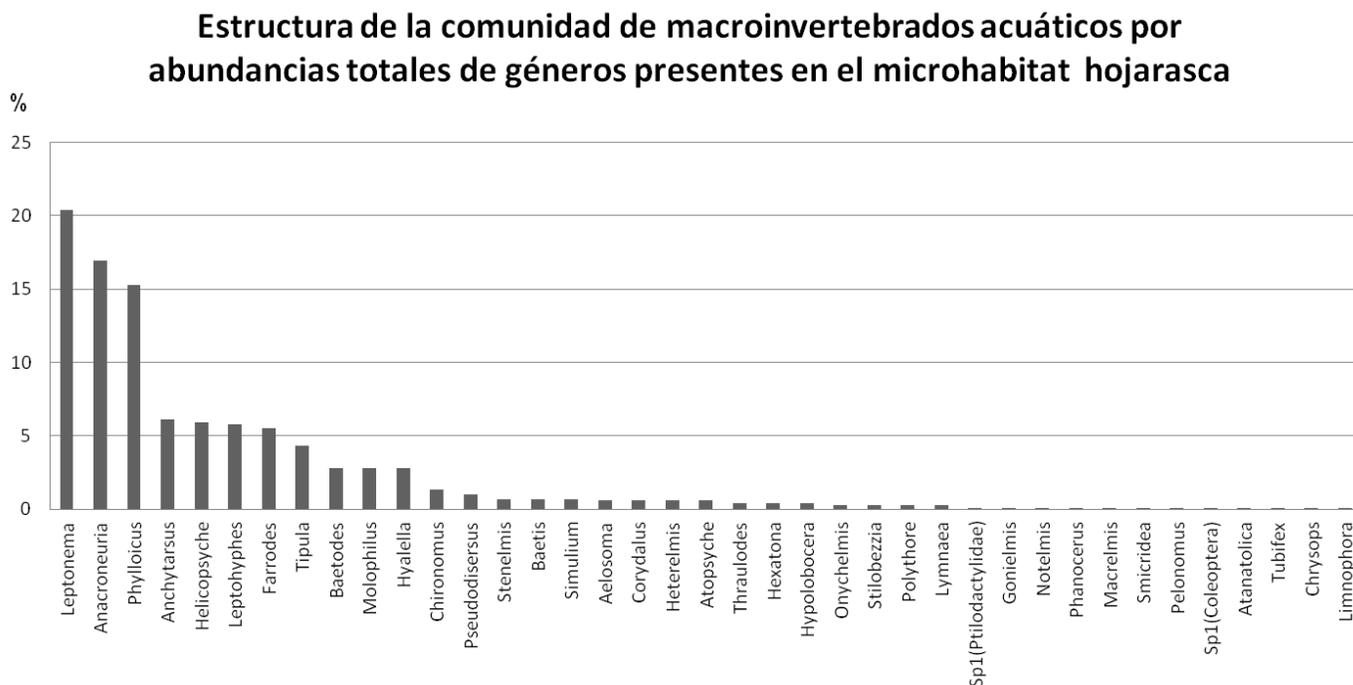


Figura 14. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el microhábitat hojarasca.

8.1.2.1.1. Índices de diversidad Alfa.

Se tuvieron en cuenta el índice de diversidad de Shannon- Weaver y el índice de diversidad de Margalef. En la tabla 5 se muestran los valores obtenidos para estos índices en los tres tramos de muestreo durante el tiempo de monitoreo de la microcuenca. En la figura 15 se relaciona el comportamiento de los valores de diversidad de Shannon-Weaver para los tres tramos en los cuatro meses de monitoreo, en la figura 16 se observa el comportamiento de los valores del índice de diversidad de Margalef.

Tabla 5. Valores del índice de diversidad de Shannon- Weaver y diversidad de Margalef.

		Diversidad de Shannon-Weaver	Diversidad de Margalef
Tramo 1	Febrero	1.52	1.95
	Marzo	2.04	2.69
	Abril	1.86	2.15
	Mayo	2.01	2.44
Tramo 2	Febrero	1.89	2.71
	Marzo	1.73	2.30
	Abril	0	0
	Mayo	0	0
Tramo 3	Febrero	1.79	1.95
	Marzo	2.25	3.40
	Abril	0	0
	Mayo	2.25	3.34

Los valores obtenidos del índice de Shannon- Weaver para el primer tramo muestran una diversidad media, con un valor mínimo de 1.52 en el mes de febrero y un máximo de 2.04 en marzo (Figura 15).

Los valores obtenidos del índice de diversidad de Margalef presentan mayor valor durante los meses de marzo abril y mayo con 2.69, 2.15 y 2.44 respectivamente, mostrando diversidad media, en Febrero la diversidad es baja con 1.95 (Figura 16).

En total se colectaron 365 ind/m² en este tramo, dominando los géneros *Phylloicus sp* 28% (S: 103 ind/m²), *Anacroneuria sp* 18% (S: 67 ind/m²), *Leptonema sp* 14% (S: 51 ind/m²), *Helicopsyche sp* (S: 39 ind/m²) y *Farrodes sp* (S: 37 ind/m²) 10%.

La cuenca hídrica presenta cobertura vegetal que protege el cauce de la quebrada, también se presenta el proceso de deforestación y establecimiento de potreros para la cría de ganado.

Para el segundo tramo se obtuvieron valores en el índice de Shannon- Weaver de 1.89 en febrero y 1.73 en marzo, abril y mayo presentan un valor de 0 (figura 15). Los valores obtenidos en el índice de diversidad de Margalef presentan para febrero 2.71, marzo 2.30, abril y mayo presentan un valor de 0 (Figura 16). Debido a que abril y mayo representan la época de lluvia, durante la cual este microhábitat desaparece a causa del arrastre de sedimentos por aumento del caudal. Este tramo presenta mediana diversidad, a causa de la intervención antrópica sobre la microcuenca, en esta zona la vegetación riparia ha disminuido drásticamente, cediendo paso al establecimiento de cultivos de café, tomate y caña. Por esta razón el aporte de material vegetal a la quebrada se ha reducido, también se presentan deslizamientos del terreno durante las lluvias debido a que el terreno está expuesto.

En total se colectaron 117 ind/m² en este tramo, dominando los géneros *Leptonema sp* 30% (S: 36 ind/m²), *Leptohyphes sp* 21% (S: 25 ind/m²), *Anacroneuria sp* 12% (S: 15 ind/m²) y *Baetodes sp* 11% (S: 13 ind/m²).

En el tercer tramo se obtuvieron valores en el índice de Shannon- Weaver de 1.79 en febrero 2.25 en marzo y mayo y de 0 en abril (Figura 15). Los valores obtenidos para el índice de diversidad de Margalef en los meses de febrero, marzo y mayo son de 1.95, 3.40 y 3.34 respectivamente (Figura 16).

Este tramo presenta mediana diversidad, la pérdida de la vegetación riparia y el establecimiento de cultivos de café y caña, han reducido el aporte de material vegetal a la quebrada, presentándose erosión del suelo durante la temporada de lluvias.

En total se colectaron 191 ind/m² en este tramo, dominando los géneros *Leptonema sp* 26% (S: 50 ind/m²), *Anacroneuria sp* 16.7% (S: 32 ind/m²), *Anchytarsus sp* 10.47% (S: 20 ind/m²), *Tipula sp* 9.9% (S: 19 ind/m²), *Leptohyphes sp* (S: 14 ind/m²) y *Molophilus sp* (S: 14 ind/m²) con 7.3%.

En la figura 15 se detalla la variación en los valores de diversidad en los tres tramos de muestreo, observándose que el tramo 1 es el que presenta más estabilidad en cuanto a la variación en el tiempo, esto se debe a un menor grado de intervención antrópica sobre esta zona y a la presencia de vegetación riparia que protege el nacimiento de la quebrada y parte de su curso en la parte alta, pero que va disminuyendo a medida que desciende La Chorrera.

En la figura 16 se compara la variación de los valores del índice de diversidad de Margalef en los tres tramos de muestreo, observándose que el tramo 1 es el que presenta mayor estabilidad en cuanto a la variación en el tiempo. La grafica presenta un comportamiento similar al que ocurre en la grafica de diversidad de Shannon-Weaver.

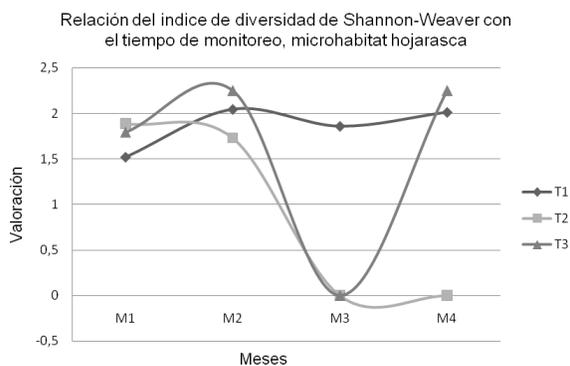


Figura 15. Variación de los valores del índice Shannon-Weaver en los tres tramos de muestreo en el microhábitat hojarasca

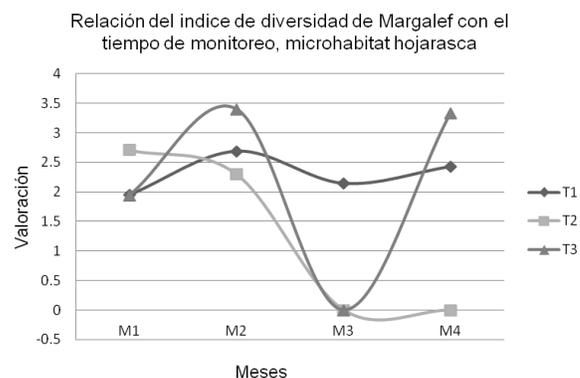


Figura 16. Variación de los valores del índice de diversidad de Margalef en los tres tramos de muestreo en el microhábitat hojarasca

8.1.2.1.2. Índice de diversidad Beta

Con relación al análisis estadístico se empleo el software past.exe, para realizar la prueba de similaridad de Morisita-Horn, con el fin de comparar los diferentes microhábitats en los tres tramos de muestreo mediante un dendrograma (Figura 17).

Para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la hojarasca, en los tres tramos de muestreo y durante el tiempo de monitoreo de la quebrada La Chorrera, se tienen que el tramo 2 y 3 tienen mayor afinidad y tienden a formar agrupaciones, junto con el primer mes de muestreo en el tramo 1, durante los dos primeros meses de monitoreo, el tramo 1 forma una agrupación independiente de la época de colecta.

La similaridad entre los tramos 2 y 3 se debe básicamente a la ausencia del microhábitat hojarasca durante los meses de abril y mayo en el tramo 2, al igual que en el mes de abril en el tramo 3, por efecto de la lluvia en el arrastre de los sedimentos, al nivel de impacto antrópico y afectación sobre la cuenca.

En los tramos 2 y 3 se colectaron 117 y 191 individuos respectivamente, el primer tramo de muestreo presentó la mayor cantidad de individuos colectados con un total 365, la quebrada presenta aguas claras, bien oxigenadas y dominada por vegetación riparia que le da sombra y suministros de residuos vegetales, los invertebrados están dominados por desmenuzadores que utilizan los restos vegetales como fuente de alimento y por los colectores que consumen materia orgánica particulada gruesa (MOPG) (Roldan, *et al.*, 2008).

La hojarasca es el hábitat más importante para los invertebrados del bentos en arroyos de tierras bajas neotropicales (Walker, 1992), además de ser fuente de alimento (Domínguez & Fernández, 2009).

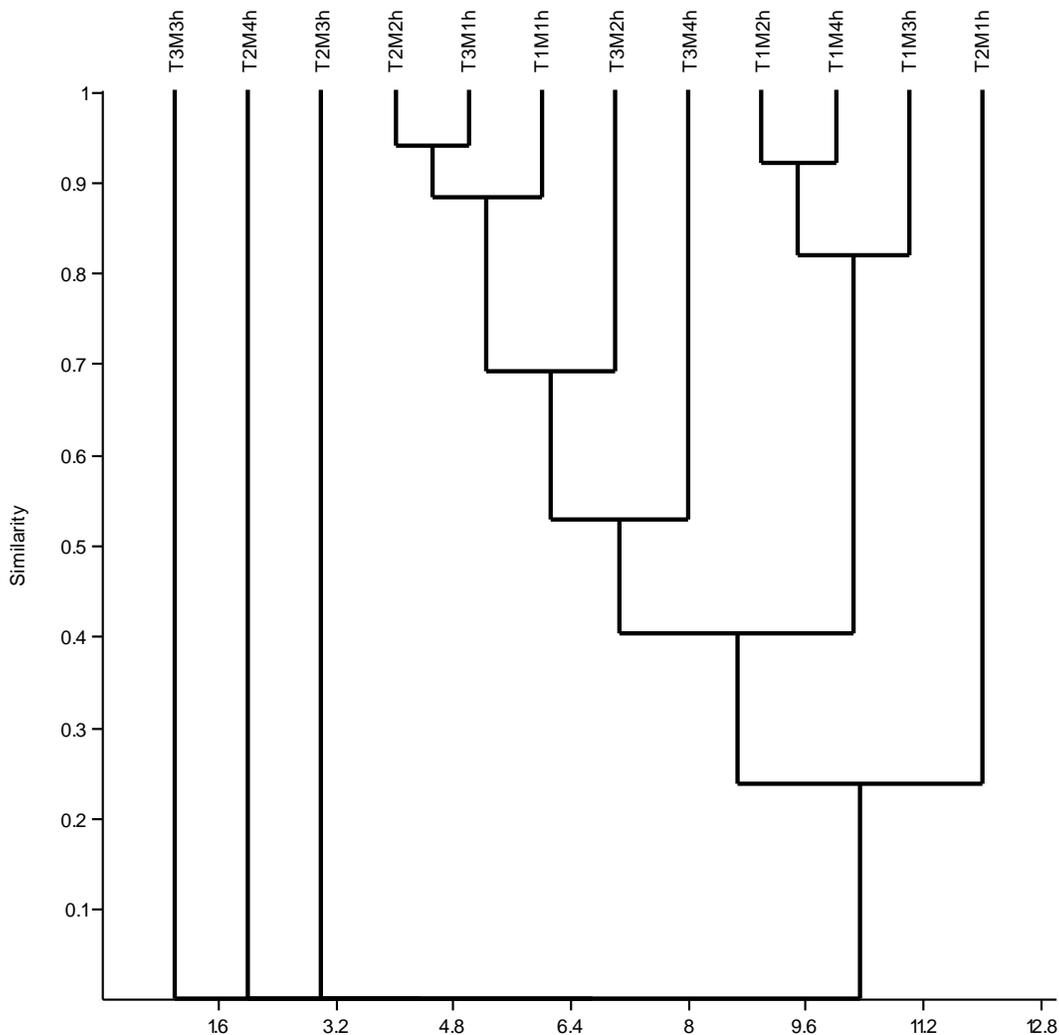


Figura 17. Dendrograma de similaridad de Morisita-Horn para los géneros de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo. Tramo 1 (T1), Tramo 2 (T2), Tramo 3 (T3), Febrero (M1), Marzo (M2), Abril (M3), Mayo (M4), Hojarasca (h).

8.1.2.2. Microhábitat grava

La grava por su parte ofrece un hábitat adecuado para aquellos organismos que construyen sus refugios a partir de piedrecillas como *Helicopsyche sp*, que viven en los espacios intersticiales como *Aelosoma sp*, usan ventosas para sujetarse a las rocas como los Hirudineos, depredadores como *Corydalis sp*, entre otras adaptaciones.

En el primer tramo, el agua transparente y la profundidad dejan ver la grava del fondo. En la temporada de lluvias este microhábitat presenta un aumento en el número de individuos en el segundo tramo, donde se ven afectadas las macrófitas y hay ausencia de hojarasca, demostrando que los macroinvertebrados buscan protección en este microhábitat. En el tercer tramo las lluvias se convierten en un tensor ambiental para la comunidad de macroinvertebrados, los hábitats se ven limitados y el número de la población disminuye.

En este microhábitat se colectaron 12 órdenes, 32 familias y 40 géneros con un total de 608 ind m², 227 ind m² en el primer tramo, 222 ind m² en el segundo y 159 individuos el tercero. Los órdenes presentes con su respectiva riqueza fueron: Trichoptera con 7 familias y 9 géneros, Coleoptera f: 6 y g: 10, Diptera con f: 6 y g: 6, Ephemeroptera f: 3 y g: 5, Haplotaxida y Lepidóptera f: 2 y g: 2, Plecoptera, Amphipoda, Decapoda, Megaloptera, Rhynchobdellida y Basommatophora, con f: 1 familia y g: 1 (Tablas 4, 6 y 8).

En la figura 18 se detalla la abundancia a nivel de los géneros, representada por *Leptonema sp* con 22.2% (S: 135 ind/m²), *Helicopsyche sp* 17.4% (S: 106 ind/m²), *Anacroneuria sp* 14.8% (S: 90 ind/m²), *Baetis sp* 10.9% (S: 66 ind/m²), *Baetodes sp* 8.6% (S: 52 ind/m²).

Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancias totales de géneros presentes en el microhabitat grava

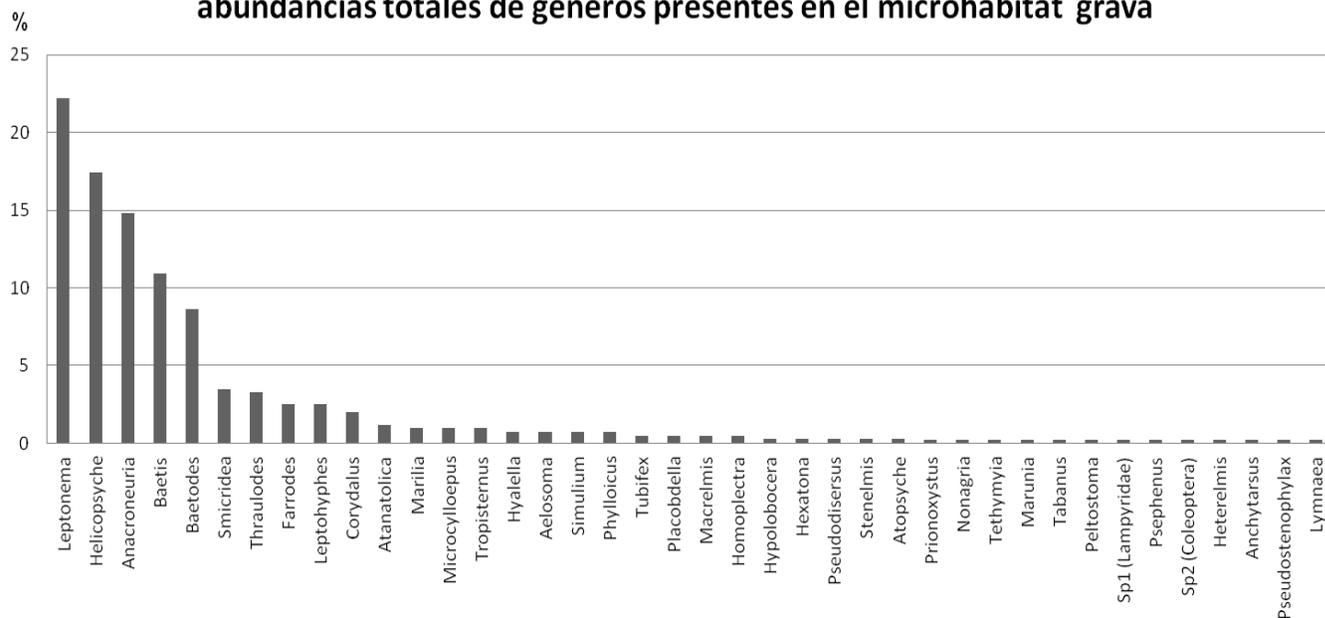


Figura 18. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el microhábitat grava.

8.1.2.2.1. Índices de diversidad Alfa.

En la tabla 6 se muestran los valores obtenidos para estos índices en los tres tramos de muestreo durante el tiempo de monitoreo de la microcuenca. En la figura 19 se relaciona el comportamiento de los valores de diversidad de Shannon-Weaver para los tres tramos durante el tiempo de monitoreo, en la figura 20 se observa el comportamiento de los valores del índice de diversidad de Margalef.

Tabla 6. Valores del índice de diversidad de Shannon- Weaver y diversidad de Margalef.

		Diversidad de Shannon-Weaver	Diversidad de Margalef
Tramo 1	Febrero	1.51	1.58
	Marzo	1.44	1.55
	Abril	1.61	2.92
	Mayo	1.83	2.33
Tramo 2	Febrero	1.95	2.78
	Marzo	2.33	3.26
	Abril	2.21	3.07
	Mayo	2.05	3.24
Tramo 3	Febrero	1.56	1.93
	Marzo	1.43	1.86
	Abril	2.18	3.46
	Mayo	1.06	1.24

Los valores obtenidos del índice de Shannon- Weaver para el primer tramo muestran una diversidad media, con un valor de 1.61 y 1.83 en los meses de abril y mayo, época de lluvias, poca diversidad en febrero y marzo con valores de 1.51 y 1.44 respectivamente (Figura 19).

Los valores obtenidos para el índice de diversidad de Margalef presentan mayor valor durante abril y mayo con 2.92 y 2.33 respectivamente, estos meses presentan mediana diversidad, siendo menor en febrero y marzo con valores de 1.58 y 1.55 respectivamente, mostrando baja diversidad (Figura 20).

En total se colectaron 227 ind/m² en este tramo, dominando los géneros *Helicopsyche* sp 32.5% (S: 74 ind/m²), *Leptonema* sp 23.7% (S: 54 ind/m²), *Anacroneuria* sp 22.4% (S: 51 ind/m²).

Para el segundo tramo se obtuvieron valores en el índice de Shannon- Weaver de 1.949 en febrero, 2.33 en marzo, 2.21 en abril y 2.05 en mayo, indicando una diversidad media (Figura 19). En abril y mayo el efecto de la lluvia no afecta la diversidad de macroinvertebrados acuáticos a diferencia de lo que ocurre con la hojarasca en este mismo tramo, en la grava se hallan espacios intersticiales que son aprovechados por algunos macroinvertebrados acuáticos, otros se adhieren fuertemente por medio de ventosas como las sanguijuelas, uñas como la mayoría de los insectos, sustancias de secreción como los tricópteros constructores de casas, telas sedosas como los lepidópteros, evitando ser arrastrados fácilmente. La pérdida de la vegetación riparia y el cambio en el uso del suelo, son las principales causas de la pérdida de la diversidad.

Los valores obtenidos en el índice de diversidad de Margalef durante el mes de febrero, marzo, abril y mayo son de 2.78, 3.26, 3.07 y 3.24 respectivamente, mostrando mediana diversidad para todos los meses (Figura 20), la diversidad aumenta con la llegada de las lluvias, indicando que los macroinvertebrados acuáticos se asocian a este microhábitat en busca de refugio y alimento debido a que la hojarasca desaparece en la época de lluvia.

En total se colectaron 222 ind/m² en este tramo, dominando los géneros *Baetodes* sp 21.2% (S: 47 ind/m²), *Baetis* sp 17.1% (S: 38 ind/m²), *Helicopsyche* sp 13.1% (S: 29 ind/m²), *Leptonema* sp 7.6% (S: 17 ind/m²), *Anacroneuria* sp 6.7% (S: 15 ind/m²), *Smicridea* sp 5.85% (S: 13 ind/m²).

En el tercer tramo se obtuvieron valores en el índice de Shannon- Weaver durante los meses de febrero marzo y mayo de 1.56, 1.43 y 1.06 respectivamente, indicando baja diversidad, en abril con 2.18 representa diversidad media (Figura 19). El valor obtenido en abril se debe a que los organismos macroinvertebrados buscan asociarse a otro microhábitat que le brinde protección y alimento. Este tramo presenta poca y mediana diversidad, la vegetación riparia está disminuyendo a causa de la ampliación de áreas de cultivos de café, caña y frutales.

Los valores obtenidos para el índice de diversidad de Margalef durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo son de 1.93, 1.86, 3.46, 1.24 respectivamente, ocurriendo un aumento de diversidad de Margalef en el mes de abril al igual que ocurre con el índice de Shannon- Weaver Shannon- Weaver (Figura 20).

En total se colectaron 159 ind/m² en este tramo, dominando los géneros *Leptonema* sp 40.2% (S: ind/m²), *Baetis* sp 17.6% (S: 28 ind/m²), *Anacroneuria* sp 15.1% (S: 24 ind/m²).

En la Figura 19 se detalla la variación en los valores de la diversidad de Shannon-Weaver para los géneros presentes en los tres tramos de muestreo, observándose que el tramo 2 es el que presenta mayor estabilidad en el tiempo. Durante abril en el tercer tramo se observa un aumento en la diversidad, a causa de la disminución de la disponibilidad de hábitats, los organismos macroinvertebrados se asocian a la grava.

En la Figura 20 se detalla la variación en los valores del índice de diversidad de Margalef en los tres tramos de muestreo, observándose un aumento de la diversidad en el mes de abril en el tercer tramo, disminuyendo en mayo, en abril y mayo en el primer tramo se observa también un aumento.

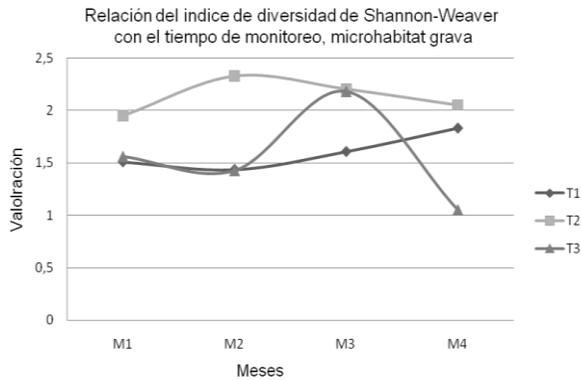


Figura 19. Variación de los valores del índice Shannon-Weaver en los tres tramos de muestreo en el microhábitat grava.

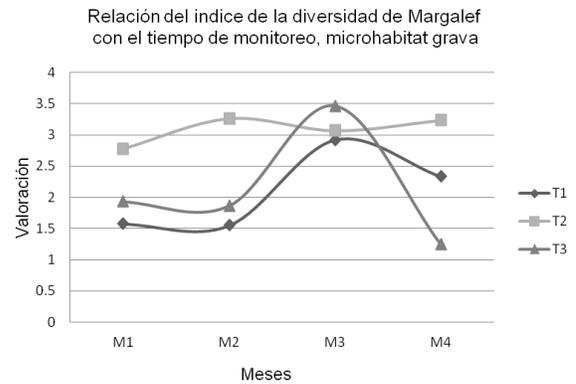


Figura 20. Variación de los valores del índice diversidad de Margalef en los tres tramos de muestreo en el microhábitat grava.

8.1.2.2.2. Índice de diversidad Beta

Según el dendrograma de similaridad de Morisita-Horn (Figura 21) para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la grava, en los tres tramos y durante el tiempo de muestreo de la quebrada La Chorrera, se tienen que el tramo 1 tiende a agruparse durante los meses de febrero y mayo. Se presenta una agrupación entre el tramo 1 y 3 durante marzo y mayo. El tramo 2 con tendencia a agruparse durante febrero y mayo, con una menor similaridad se agrupan los tramos 1 y 2 durante abril y marzo.

Este sustrato es el más densamente colonizado en todos los ecosistemas acuáticos (Domínguez & Fernández, 2009).

En los tramos 1, 2 y 3 se colectaron 227, 222 y 159 individuos respectivamente, el primer tramo de muestreo presentó la mayor cantidad de individuos colectados, este tramo se encuentra protegido por vegetación riparia que le brinda sombra y suministros de residuos vegetales, la quebrada presenta aguas claras y bien oxigenadas.

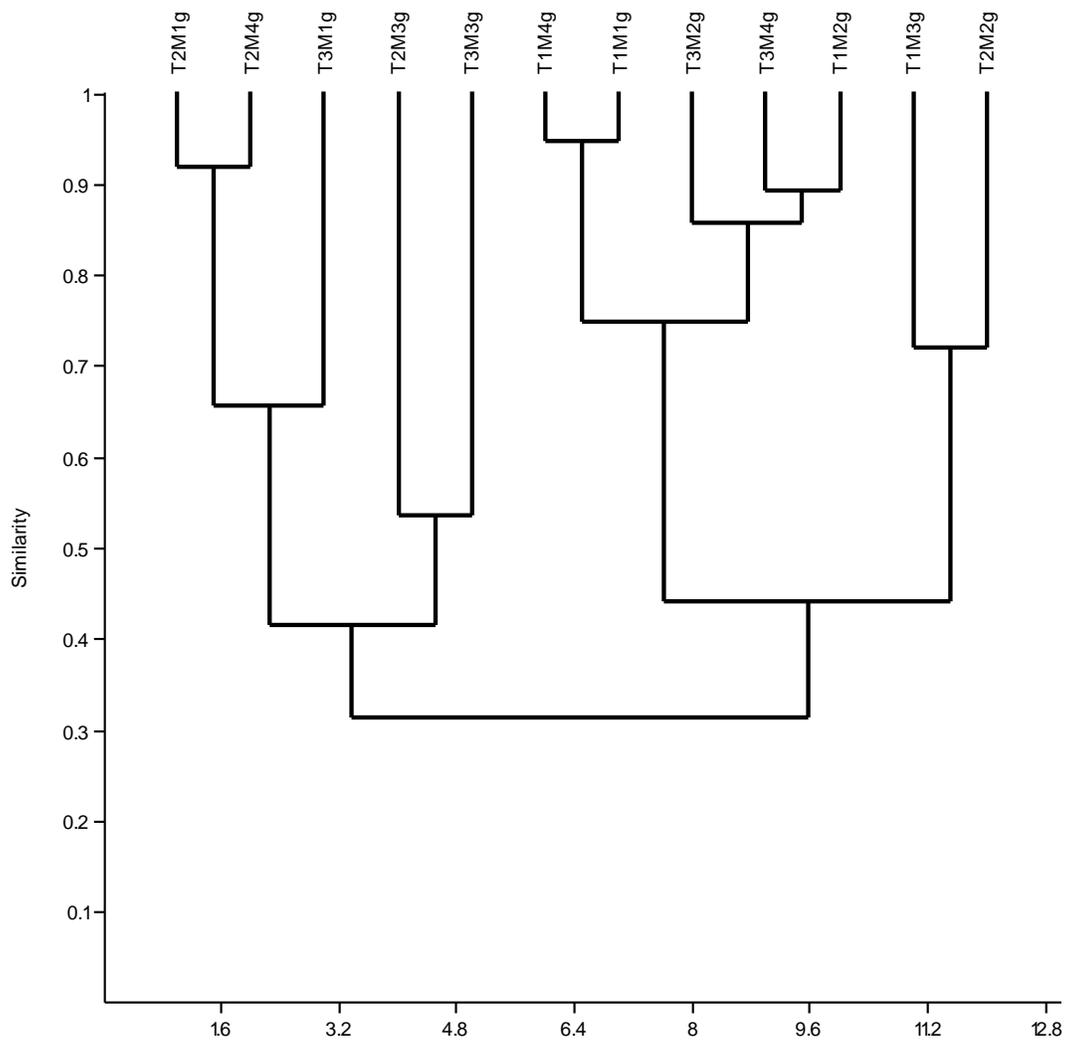


Figura 21. Dendrograma de similitud de Morisita-Horn para los géneros de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo. Tramo 1 (T1), Tramo 2 (T2), Tramo 3 (T3), Febrero (M1), Marzo (M2), Abril (M3), Mayo (M4), Grava (g).

8.1.2.3. Microhábitat macrófitas

Las raíces de las macrófitas ofrecen a los macroinvertebrados acuáticos alimento y protección. En la quebrada La Chorrera estas se encuentran cubriendo la mayor parte del curso de las aguas en el primer tramo de muestreo, debido a la presencia de la vegetación riparia que hace de este un hábitat adecuado para los macroinvertebrados acuáticos, en el segundo y tercer tramo de muestreo gran parte de la vegetación riparia ha sido reemplazada por cultivos de café, caña y tomate, ocasionando la posterior pérdida de este hábitat, a causa de los deslizamientos del terreno principalmente en la temporada de lluvias.

El microhábitat de las macrófitas presentó 14 órdenes, 42 familias y 54 géneros, siendo el microhábitat con el mayor número de individuos colectados con 1010.

En el primer tramo se colectaron 432 ind m², en el segundo tramo 300 ind m² y 278 ind m² en el tercer tramo.

Los órdenes presentes con su respectiva riqueza fueron: Trichoptera con 8 familias y 9 géneros, Coleoptera f: 6 y g: 12, Diptera con f: 8 y g 11, Hemiptera f: 4 y g: 4, Ephemeroptera f: 3 y g: 5, Haplontaxida, Basommatophora, Odonata y Lepidoptera f: 2 y g: 2, Plecoptera, Amphipoda, Decapoda, Megaloptera, y Rhynchobdellida con f: 1 y g: 1 (Tablas 4, 6 y 8).

En la figura 22 se detalla la abundancia a nivel de los géneros, representada por *Leptonema sp* con 22,6% (S: 228 ind/m²), *Hyalella sp* 10,1% (S: 102 ind/m²), *Anacroneuria sp* 9,6% (S: 97 ind/m²), *Farrodes sp* 8,9% (S: 90 ind/m²), *Anchytarsus sp* 8,8% (S: 89 ind/m²), *Leptohyphes sp* 6,7% (S: 68 ind/m²), *Rhagovelia sp* 4,4% (S: 44 ind/m²).

Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancias totales de géneros presentes en el microhabitat macrofitas

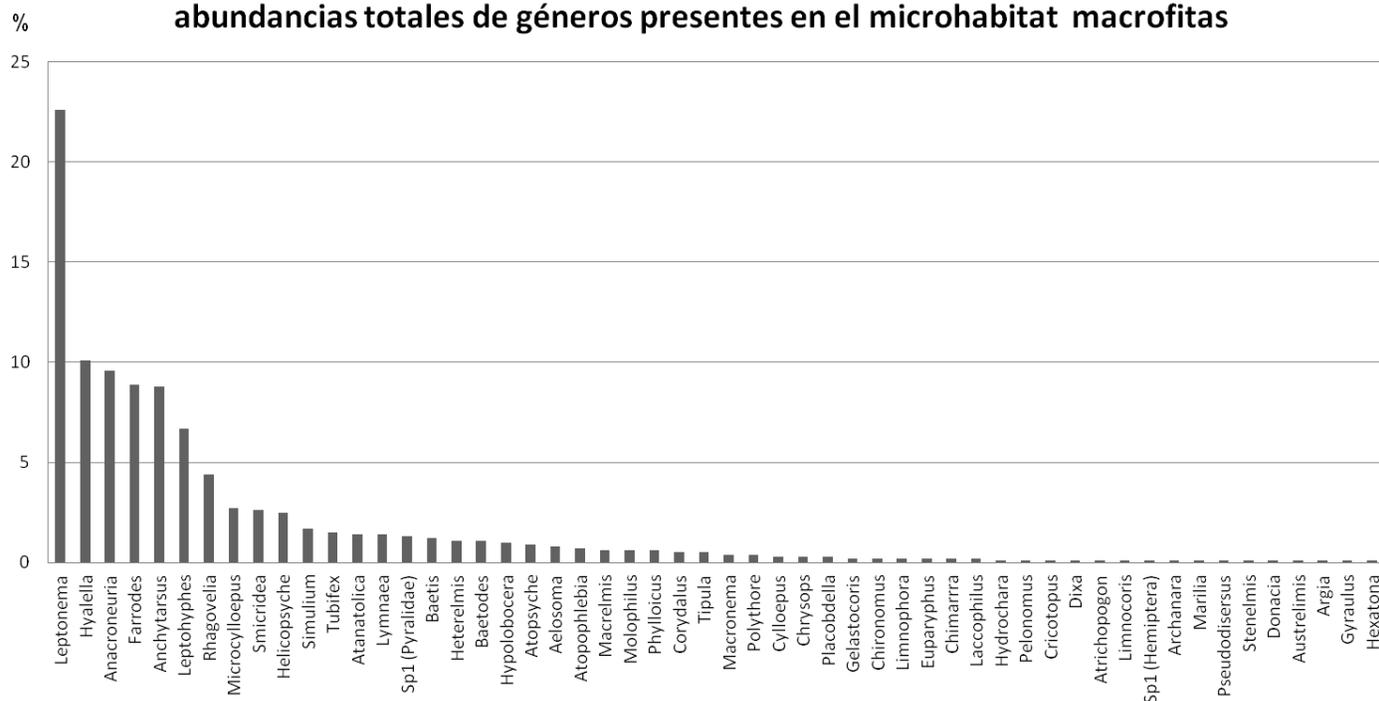


Figura 22. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos por abundancia total de géneros presentes en el microhábitat macrofitas.

8.1.2.3.1. Índices de diversidad Alfa.

En la tabla 7 se muestran los valores obtenidos para estos índices en los tres tramos de muestreo durante el tiempo de monitoreo de la microcuenca. En la figura 23 se relaciona el comportamiento de los valores de diversidad para los tres tramos, en la figura 24 se observa el comportamiento de los valores obtenidos para el índice de diversidad de Margalef.

Tabla 7. Valores del índice de diversidad de Shannon- Weaver y diversidad de Margalef.

		Diversidad de Shannon-Weaver	Diversidad de Margalef
Tramo 1	Febrero	2,11	2,84
	Marzo	2,10	3,31
	Abril	2,07	3,25
	Mayo	1,89	2,21
Tramo 2	Febrero	2,27	3,06
	Marzo	2,52	4,29
	Abril	1,78	2,89
	Mayo	1,89	2,79
Tramo 3	Febrero	1,85	2,64
	Marzo	0,57	1,41
	Abril	2,23	3,31
	Mayo	1,12	0,94

Los valores obtenidos del índice de Shannon- Weaver para el primer tramo muestran una diversidad media, con valores de 2,11, 2,10, 2,07 y 1,89 para los meses de febrero, marzo, abril y mayo (Figura 23). Los valores del índice de diversidad de Margalef presentan mediana diversidad durante los cuatro meses de muestreos siendo mayor en marzo y abril disminuyendo en febrero y mayo (Tabla 7, Figura 24).

En total se colectaron 432 ind/m² en este tramo, la abundancia a nivel de géneros está representada por: *Hyalella* sp 23,14% (S: 100), *Farrodes* sp 19,7% (S: 85), *Leptonema* sp 14,1% (S: 61), *Anacroneuria* sp 12,9% (S: 56), *Rhagovelia* sp 10,2% (S: 44 ind/m²), *Helicopsyche* sp 3,7% (S: 16 ind/m²).

Para el segundo tramo se obtuvieron valores en el índice de Shannon- Weaver en febrero de 2,27, en marzo 2,52, en abril 1,78 y en mayo 1,89, indicando una diversidad media (Figura 23). En abril y mayo disminuye la diversidad de macroinvertebrados acuáticos, los deslizamientos en los terrenos aledaños a la quebrada, arrastran consigo las macrófitas y raíces que representan el hábitat de muchos insectos acuáticos.

Los valores del índice de diversidad de Margalef obtenido en febrero fue de 3,06, marzo 4,29, abril 2,89 y mayo 2,79, presentando diversidad media en este tramo, la diversidad de Margalef disminuye con la llegada de las lluvias, y es mayor en marzo al igual que la diversidad de Shannon-Weaver siendo este mes un periodo de transición del periodo seco al periodo de lluvias (Figura 24).

En total se colectaron 300 ind/m² en este tramo, la abundancia de los géneros fue: *Anchytarsus* sp 22,3% (S: 67 ind/m²), *Leptohyphes* sp 19,6% (S: 59 ind/m²), *Leptonema* sp 6,3% (S: 19 ind/m²), *Anacroneuria* sp 5,3% (S: 16 ind/m²), *Tubifex* sp 5% (S: 15 ind/m²), *Lymnaea* sp 4,6% (S: 1 ind/m²), *Sp1* (Pyralidae) 4,3% (S: 13 ind/m²), *Simulium* sp 3,3% (S: 10 ind/m²).

En el tercer tramo se obtuvieron valores en el índice de Shannon- Weaver para marzo y mayo de 0,57 y 1,12 respectivamente, indicando poca diversidad, febrero y abril con 1,85 y 2,23 representa diversidad media (Figura 23). Este tramo presenta poca y mediana diversidad, las tensiones generadas sobre La Chorrera en este tramo generan la pérdida de la diversidad y degradan el recurso hídrico afectando a otras comunidades que se encuentran en la parte baja de la quebrada.

Los valores del índice de diversidad de Margalef presentados para febrero, marzo, abril y mayo fueron de 2,64, 1,41, 3,31 y 0,94 respectivamente, se presenta diversidad media durante febrero y abril, ocurriendo una disminución de la diversidad de Margalef en marzo y mayo al igual que ocurre con el índice de diversidad de Shannon- Weaver (Figura 24).

En total se colectaron 278 ind/m² en este tramo, la abundancia de los géneros colectados fue: *Leptonema* sp 53,2% (S: 148 ind/m²), *Anacroneuria* sp 8,9% (S: 25 ind/m²), *Microcyloepus* sp 8,63% (S: 24 ind/m²), *Smicridea* sp 6,47% (S: 18 ind/m²).

En la figura 23 se detalla la variación en los valores del índice de diversidad en los tres tramos de muestreo, observándose que el tramo 3 es el que presenta mayor variabilidad en los valores de diversidad en relación al tiempo. La disminución de la diversidad en marzo se debe a la abundancia del género *Leptonema* en este tramo y en mayo a los procesos de deforestación de la vegetación riparia que actualmente se están desarrollando en la parte baja de la quebrada.

En la figura 24 se detalla la variación en los valores del índice de diversidad de Margalef en los tres tramos de muestreo, al igual que en la grafica de diversidad el tramo 3 es el que presenta mayor variabilidad en los valores de la diversidad en relación al tiempo.

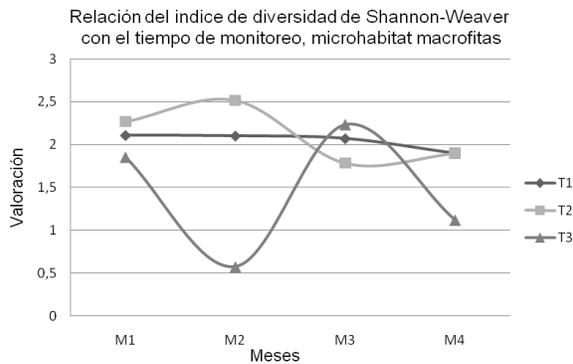


Figura 23. Variación de los valores del índice Shannon-Weaver en los tres tramos de muestreo en el microhábitat macrófitas.

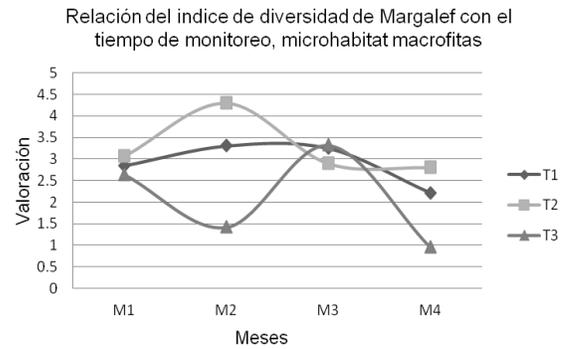


Figura 24. Variación de los valores del índice diversidad de Margalef en los tres tramos de muestreo en el microhábitat macrófitas.

8.1.2.3.2. Índice de diversidad Beta

El dendrograma de similaridad de Morisita-Horn (Figura 25) para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la grava en los tres tramos de muestreo de la quebrada La Chorrera, el tramo 1 forma una agrupación para los cuatro meses de monitoreo, el mayor porcentaje de similitud lo presenta durante abril y mayo. El tramo 2 forma dos agrupaciones, una durante los meses de febrero y marzo y otra durante abril y mayo, presentándose en esta última mayor similitud y el tramo 3 forma agrupaciones durante los dos primeros meses de muestreo.

La pérdida de la vegetación riparia influye drásticamente sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, con la pérdida de esta vegetación se pierde el hábitat de esta comunidad y se genera deslizamiento del terreno en la temporada de lluvias, afectando directamente la calidad del agua y el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

Wantzen & Junk (2006) estimaron que las macrófitas ocupan menos del 1% de la superficie del hábitat pero aportan más del 50% de la biomasa y el número del bentos de arroyos del Cerrado Streams. En las raíces de la macrófitas Wantzen (2003) colectó 111.128 ± 23.184 ind/m², principalmente Chironomidae que representó el 48% de la abundancia de invertebrados, seguidos por Oligochaeta (25%), Coleoptera (11%), Ephemeroptera y Trichoptera con aproximadamente 5% cada uno (Domínguez & Fernández, 2009).

En los tramos 1, 2 y 3 se colectaron 432, 300, 278 individuos respectivamente, el primer tramo de muestreo presentó la mayor cantidad de individuos colectados, la quebrada presenta aguas claras, bien oxigenadas y dominada por vegetación riparia que le da sombra y suministros de residuos vegetales.

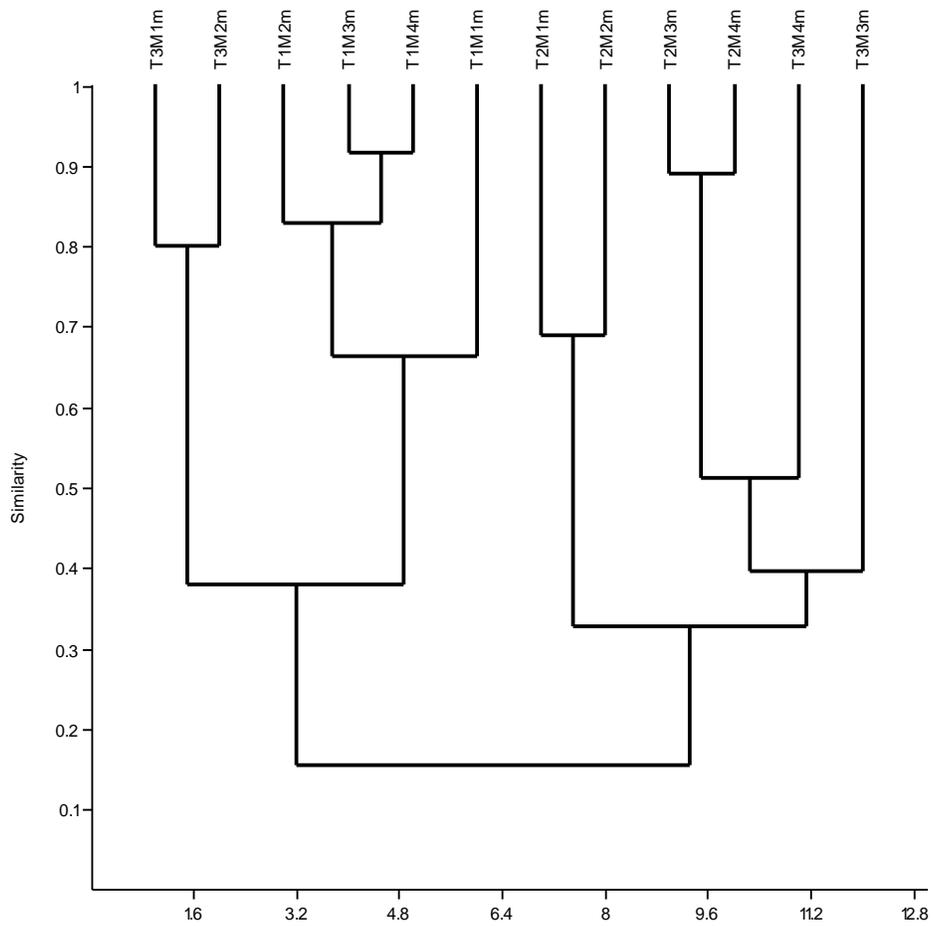


Figura 25. Dendrograma de similitud de Morisita-Horn para los géneros de macroinvertebrados acuáticos presentes en los tres tramos de muestreo. Tramo 1 (T1), Tramo 2 (T2), Tramo 3 (T3), Febrero (M1), Marzo (M2), Abril (M3), Mayo (M4), Macrófitas (m).

9. CONCLUSIONES

La composición de la comunidad de macroinvertebrados en términos de riqueza de familias y de géneros está dominada por el orden Coleoptera, seguido por los órdenes Diptera y Trichoptera. La familia con mayor riqueza fue Elmidae (Coleoptera) con 7 géneros, el orden más abundante fue Trichoptera con 886 individuos, y el género más abundante fue *Leptonema* sp con 500 individuos (21,8%).

La abundancia del género *Leptonema* sp se debe a la capacidad de asociarse a diferentes tipos de microhábitats, vivir en aguas corrientosas y a tolerar cierto grado de contaminación, siendo muy común en el trópico americano.

En el primer tramo de muestreo se encontró la mayor población de macroinvertebrados acuáticos, esto se debe al menor grado de intervención antrópica, en esta zona la quebrada se halla protegida por la vegetación riparia que además aporta material aloctono, que es aprovechado por la comunidad de macroinvertebrados como alimento y hábitat.

El tramo de muestreo dos presentó la mayor riqueza de géneros seguido por el tramo tres y el tramo uno. Trichoptera es el orden con el mayor número de familias y géneros en el primero tramo de muestreo, Coleoptera en el segundo y Diptera en el tercero. *Anacroneuria* sp es el género más abundante en el primer y tercer tramo, *Leptohyphes* sp en el segundo tramo.

El segundo y tercer tramo presentan la mayor similitud con base al clúster de Bray-Curtis, debido a que comparten en sus comunidades una composición y estructura parecida, a la distancia entre los dos tramos de 0.84 Km, la altura a la que se encuentran 1660 y 1503 m.s.n.m. respectivamente y al nivel de intervención antrópica sobre la cuenca.

El microhábitat con mayor riqueza y abundancia fue el de las macrófitas seguido por la hojarasca y la grava. El microhábitat de las macrófitas ofrece protección a los macroinvertebrados debido a la estabilidad de las raíces y al alimento disponible, en estas, además se acumulan restos de vegetación y grava que es utilizada por los insectos acuáticos. Lo cual podría definirlo como el microhábitat de preferencia para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada La Chorrera

La hojarasca presenta inestabilidad en la temporada de lluvias en el segundo y tercer tramo, obligando a los macroinvertebrados a buscar otro microhábitat como el caso de la grava y las macrófitas, y ocasionando la disminución en la diversidad, por tanto las condiciones del sustrato, fuentes de alimento y hábitat definen el aumento o la disminución de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

El dendrograma de Morisita-Horn muestra las agrupaciones que se forman entre los tramos y meses de muestreo para cada microhábitat, indicando que la temporada seca y de lluvia determinan en gran medida la similaridad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en esta quebrada, siendo más influyente en la hojarasca y las macrófitas, ya que en la grava las agrupaciones se dan independientes de esta temporada.

El índice de Shannon-Weaver al igual que la diversidad de Margalef presenta una variación entre media y baja diversidad, de acuerdo al mes de muestreo, tramo y microhábitat.

La pérdida de la vegetación riparia genera inestabilidad en los terrenos aledaños a la quebrada, ocasionando deslizamientos de tierra en la temporada de lluvias y aumento de la concentración de materia orgánica en el agua y disminución de la disponibilidad de alimento a causa del arrastre de la hojarasca y de macrófitas.

El deterioro de las fuentes hídricas y la pérdida de la calidad del agua afectan directamente a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y en general a toda comunidad presente en la cuenca.

10.RECOMENDACIONES

Es importante socializar este trabajo en la vereda El Socorro y corregimiento de Turminá, con el fin de dar a conocer sobre la diversidad biológica que presentan las fuentes hídricas de esta región y organizar una propuesta de educación ambiental que permita concientizar a la comunidad sobre la importancia de apropiarse y conservar los recursos naturales.

Realizar estudios para determinar la calidad del agua, mediante métodos físico-químicos, biológicos y microbiológicos, debido a que el agua de esta quebrada es utilizada para el consumo humano.

Efectuar monitoreos en la época lluviosa de abril a julio, podría dar importante información sobre el aporte de la vegetación riparia a la calidad del agua y vida de la comunidad de macroinvertebrados, debido a que con la llegada de las lluvias aumentan los sedimentos en el agua y disminuye su calidad.

Formular y ejecutar un programa de revegetalización con especies nativas, con la propuesta de restablecer la vegetación riparia en la naciente y cauce de La Chorrera, conservando así la calidad del agua de la microcuenca, beneficiando significativamente de esta manera a los usuarios del acueducto.

11. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSSON, N., SEDELL J.** Detritus Processing by Bacteria in Stream Ecosystems. *Annu Rev Entomol.* 1979; 24:351-357.
- ASOCIACIÓN CAMPESINA DE INZÁ TIERRADENTRO (ACIT); CORPORACIÓN REGIONAL DEL CAUCA (CRC);** La Cuenca Hidrográfica del Río Negro, Inzá: Café, Selva Andina y Gente Laboriosa. Inzá-Cauca. 2007.
- BENNETT, A.** Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, Switzerland, IUCN. 1999.
- BERNAL, E.** Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Paloblanco de la cuenca del río Otún (Risaralda, Colombia). *Acta Biológica Colombiana. Facultad De Ciencias Universidad Nacional v.11 fasc.2 p.45 - 59*, 2006.
- BOUTIN, C., JOBIN B., BÉLANGER, L.** Importance of riparian habitats to flora conservation in farming, landscapes of southern Québec. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 94: 73–87. 2003.
- CASTELLANOS, P., SERRATO, C.** Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales, Universidad Nacional De Colombia Sede Bogota v.32 fasc.122 p.80.* 2008
- CHARÁ, J.** Manual para la evaluación biológica de ambientes acuáticos en microcuencas ganaderas. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria-CIPAV. Colombia. 52 p. 2003.
- CHÁVEZ R., ROCHA A., RAMIREZ A.** Cambios en los ensamblajes de peces del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista Digital Universitaria Vol.6, No.8.* 2005.
- CONGRESO DE COLOMBIA.** Ley 165 de 1994 Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Rio de Janeiro el 5 de junio de 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica, Naciones Unidas 1992.
- CUATRECASAS, J.** Aspectos de la vegetación Natural de Colombia *Rev. Acad. Col. Ex. Fis. Nat., 10 (40).* 1958.
- DOMÍNGUEZ, E., FERNÁNDEZ, H.** Macroinvertebrados bentónicos de Suramérica. Sistemática y biología. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lilio. 2009.
- EPLER, J.** Identification manual for the water Beetles of Florida. Editorial Florida-Department of environmental protection. Research Associate, Florida State Collection of Arthropods. Gainesville, FL. United State of American. 1996.
- ESTEVEZ, F.** Fundamentos de limnología. Rio de Janeiro, Brasil. Ed. Interciencias. FINEP. 1988.
- HOLDRIDGE, L.** Life Zone Ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 1967. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1ª ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).

- LOVETT, S., PRICE, P.** Riparian Land Management Technical Guidelines, Volume One: Principles of Sound Management. LWRRDC, Canberra. 1999.
- LOWRANCE, R., WILLIAMS, G, INAMDAR, P., BOSCH, D., SHERIDAN, M.** Evaluation of coastal plain conservation buffers using the riparian ecosystem management model. Journal of the American Water Resources Association 37 (6): 1445-1455. 2001.
- LUDWIG, J., REYNOLDS, J.** Statistical Ecology, Nueva York. John Wiley. 1988.
- MACHADO, T.** Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Medellín: Departamento de Biología. Universidad de Antioquia. 1989.
- Mc CAFFERTY, P., PROVANSHA, A.** The Fishermen's and Ecologists'. Illustrated Guide to Insects and their Relatives. Aquatic Entomology. Editorial Science Books International. Boston, Massachusetts. United State of American. 1981.
- MERRITT, R., CUMMINS, K.** An Introduction to the Aquatic Insects of North American. Michigan State University, Oregon State University. 3ª ed. Editorial Kendall/Hunt Publishing Company. 1979.
- MILLET, X., PRAT, N.** Las comunidades de macroinvertebrados a lo largo del río Llobregat. Departament d'ecologia. facultat de Biología. Universitat de Barcelona. 1984.
- MOLINA, C.** Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la cordillera Real, Bolivia: Variación Anual y Longitudinal en Relación a Factores Ambientales. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Ecología Aplicada. 2008.
- MORENO, C.;** Métodos para Medir la Biodiversidad. Zaragoza (España): CYTED, ORCYT/UNESCO y SEA. 2001.
- MUNICIPIO DE INZA.** Geografía; [Página de Internet]. <http://www.inza-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=M1-1--&m=f&s=m> [Consulta: 24 de noviembre de 2010.
- NEEDHAM, J., NEEDHAM, P.** Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. (Versión española y adaptación por: ALTAMIRA, C., *et al.*). España. Editorial Reverté. 1982.
- OROZCO, A., ROJAS, F.** Estudio de la influencia de algunos factores ecohidráulicos sobre la distribución de los macroinvertebrados acuáticos en un tramo del río Palace. Trabajo de grado Biólogo, Popayán: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturas Exactas y de la Educación. Departamento de Biología. 2009.
- OSPINA, R.** Proyecto tipología de pequeños ríos en Cundinamarca y la validez de los conceptos ecológicos actuales en los ríos tropicales de montaña. Bogotá: Colciencias-Universidad Nacional de Colombia. 2004.
- PRICE, P., LOVETT, S., LOVETT, J.** Managing riparian widths. Fact Sheet 13, Land & Water. Australia, Canberra. 2004.
- PRICE, P., LOVETT, S.** Managing riparian land. Fact Sheet 1, Land & Water. Australia, Canberra. 2002a.
- PRICE, P., LOVETT, S.** Streambank stability. Fact Sheet 2, Land & Water Australia, Canberra. 2002b.

- PRICE, P., LOVETT, S.** Improving water quality. Fact Sheet 3, Land & Water Australia, Canberra. 2002c.
- PRICE, P., LOVETT, S.** Maintaining in-stream life. Fact Sheet 4, Land & Water Australia, Canberra. 2002d.
- PRICE, P., LOVETT, S.** Riparian habitat for wildlife. Fact Sheet 5, Land & Water Australia, Canberra. 2002e.
- PROSSER, I., KARSSIES, L.** Designing filter strips to trap sediment and attached nutrients. Riparian Land Management Technical Guideline Update, Land & Water Australia, Canberra. 2001.
- RIVERA-USME, J., CAMACHO-PINZÓN, D., BOTERO-BOTERO, A.** Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del departamento del Quindío-Colombia Universidad del Quindío. Quindío-Colombia: Fundación Neotrópica-Colombia. 2008.
- ROBERT, J., ROBERT, E., PETER, A., BISSON, P.** Riparian Ecology and Management in the Pacific Coastal Rain Forest. *BioScience* 50 (11): 996-1010 p. 2000.
- ROBINS, J., CAIN J.** The past and present condition of the Marsh Creek watershed. Berkeley, CA: Natural Heritage Institute. 71 p. 2002.
- RODRÍGUEZ, J.** Variación diaria de la deriva de macroinvertebrados acuáticos y de materia orgánica en la cabecera de un río tropical de montaña en el departamento de Nariño, Colombia. Universidad del Magdalena. 2006.
- ROLDAN G., RAMÍREZ, J.** Fundamentos de limnología neotropical. 2ª ed. Medellín: Universidad de Antioquia. 2008.
- ROLDAN, G.** Bioindicación de la calidad del agua en Colombia; Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 2003.
- ROLDAN, G., POSADA, J., GUTIERREZ, J.** Estudio limnológico de los recursos hídricos del parque de Piedras Blancas, No. 18. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colección Jorge Alvarez Lleras. 2001.
- ROLDAN, G.** Fundamentos de limnología neotropical. 1a edición. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 1992.
- ROLDAN, G.** Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN- Colombia: Colciencias-Universidad de Antioquia. Santa Fe de Bogota: Ed. Presencia, 1988.
- ROSENBERG, D., RESH, V.** Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Londres. Chapman & Hall. 1993.
- SCHUH, R., SLATER, J.** True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History. Cornell University Press. United State of American. 1995.
- WADE, K., ORMEROD, J.** Classification and ordination of macroinvertebrate assemblages to predict stream acidity in upland Wales. *Hydrobiologia*. 1989.
- WALKER, I.** The benthic litter habitat with its sediment load in the inundation forest of the central Amazonian blackwater river Taruma Mirim. *Amazoniana* 12: 143-153. 1992.
- WALLACE, J., WEBSTER, J.** The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annu. Rev. Entomol.* 1996.

- WALLACE, J.** Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. *Science*, 1997.
- WANTZEN, K., JUNK W.** Aquatic terrestrial linkages iron streams to rivers: biotic hot spots and hot moments. *Archiv. Hydrobiol. Supplements* 158: 595-611. 2006.
- WANTZEN, K.** Cerrado Streams- Characteristics of the threatened freshwater ecosystem type on the tertiary shields of South America. *Amazoniana* 17: 485-502. 2003.
- WIGGINS, G.** Larvae of North American Caddisfly Genera (Trichoptera). 2^a ed. Toronto, Canada: Editorial University of Toronto Press. 1996.
- ZAMORA, H.** Análisis biogeográfico de los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) en el departamento del Cauca. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*. 14(1): 37-51. 2002.
- ZAMORA, H.** El índice BMWP y la evaluación biológica de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 19. 73-81. 2007.

ANEXOS

Anexo 1. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales presentes en la quebrada La Chorrera. Hojarasca (H), Macrófitas (M), Grava (G).

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Tramo 1			Tramo 2			Tramo 3			Total	
					H	M	G	H	M	G	H	M	G		
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	51	61	54	36	19	17	50	148	64	500	
				<i>Smicridea</i>	0	0	3	0	8	13	1	18	5	48	
				<i>Homoplectra</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	
				<i>Macronema</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	
			Limnephilidae	<i>Pseudostenophylax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
			Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	103	6	4	0	0	0	0	0	0	113	
			Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	39	16	74	1	8	29	0	1	3	171	
			Leptoceridae	<i>Atanatolica</i>	1	13	6	0	1	1	0	0	0	22	
			Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0	3	0	3	5	2	1	1	0	15	
			Odontoceridae	<i>Marilia</i>	0	1	4	0	0	2	0	0	0	7	
			Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
			Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	67	56	51	15	16	15	32	25	24	301
			Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	17	5	1	4	67	0	20	17	0	131
		<i>Sp 1</i>			0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
		Elmidae			<i>Cylloepus</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	3
					<i>Gonielmis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
					<i>Notelmis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
					<i>Phanocerus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
					<i>Macrelmis</i>	0	1	0	0	0	1	1	5	2	10
					<i>Onychelmis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Pseudodisersus</i>	7	1	2	0	0	0	0	0	0	10					
<i>Stenelmis</i>	5	1	1	0	0	1	0	0	0	8					

Continuación Anexo 1

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Tramo 1			Tramo 2			Tramo 3			Total
					H	M	G	H	M	G	H	M	G	
				<i>Heterelmis</i>	1	2	0	0	5	0	3	4	1	16
				<i>Austrelimis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
				<i>Microcylloepus</i>	0	0	1	0	3	4	0	24	1	33
			Hydrophilidae	<i>Hydrochara</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
				<i>Tropisternus</i>	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
			Dryopidae	<i>Pelonomus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
			Dysticidae	<i>Laccophilus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
			Chrisomelidae	<i>Donacia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
			Lampyridae	<i>Sp 1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
			Psephenidae	<i>Psephenus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
			Desconocida	<i>Sp 1</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
			Desconocida	<i>Sp 2</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	37	85	11	0	5	2	0	0	2	142
				<i>Thraulodes</i>	0	0	0	0	0	8	3	0	12	23
				<i>Atopophlebia</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7
			Baetidae	<i>Baetis</i>	1	0	0	1	8	38	3	4	28	83
				<i>Baetodes</i>	0	0	0	13	8	47	6	3	5	82
			Tricorythidae	<i>Leptohyphes</i>	0	0	0	25	59	11	14	9	4	122
		Diptera	Tabanidae	<i>Chrysops</i>	1	0	0	0	3	0	0	0	0	4
				<i>Tabanus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
			Blephariceridae	<i>Peltostoma</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
			Simuliidae	<i>Simulium</i>	1	1	0	1	10	4	3	6	0	26
			Muscidae	<i>Limnophora</i>	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3
			Stratiomyidae	<i>Euparyphus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
			Tipulidae	<i>Tipula</i>	6	2	0	4	2	0	19	1	0	34

Continuación Anexo 1

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Tramo 1			Tramo 2			Tramo 3			Total
					H	M	G	H	M	G	H	M	G	
				<i>Molophilus</i>	0	2	0	5	1	0	14	3	0	25
				<i>Hexatona</i>	0	1	2	0	0	0	3	0	0	6
			Chironomidae	<i>Chironomus</i>	0	1	0	2	1	0	7	0	0	11
				<i>Tethymyia</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
				<i>Cricotopus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
			Dixidae	<i>Dixa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
			Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
				<i>Atrichopogon</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
			Psychodidae	<i>Marunia</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i>	2	4	0	0	0	0	0	0	0	6
			Coenagrionidae	<i>Argia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		Hemiptera	Gelastocoridae	<i>Gelastocoris</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
			Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	0	44	0	0	0	0	0	0	0	44
			Naucoridae	<i>Limnocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
			Desconocida	<i>Sp 1</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i>	0	0	0	2	1	6	2	4	6	21
		Lepidoptera	Cossidae	<i>Prionoxystus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
			Noctuidae	<i>Nonagria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
				<i>Archanara</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
			Pyralidae	<i>Sp 1</i>	0	0	0	0	13	0	0	0	0	13
	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i>	19	100	4	0	1	0	0	1	0	125
		Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Hypolobocera</i>	3	9	2	0	0	0	0	1	0	15
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>	0	0	0	2	14	1	0	0	0	17
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i>	0	0	0	1	15	3	0	0	0	19
			Aelosomatidae	<i>Aelosoma</i>	2	2	4	0	6	0	2	0	0	16

Continuación Anexo 1

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Tramo 1			Tramo 2			Tramo 3			Total
					H	M	G	H	M	G	H	M	G	
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Placobdella</i>	0	1	2	0	2	1	0	0	0	6
				Total	365	432	227	117	300	222	191	278	159	2291

Anexo 2. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales presentes en el tramo 1. Hojarasca (H), Macrófitas (M), Grava (G).

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Total		
				H	G	M	H	G	M	H	G	M	H	G	M			
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	19	16	16	12	20	10	4	2	23	16	16	12	166		
			<i>Smicridea</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3		
		Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	4	1	0	19	0	1	41	1	1	39	2	4	113		
		Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	0	12	0	3	4	13	21	35	1	15	23	2	129		
		Leptoceridae	<i>Atanatolica</i>	1	2	1	0	1	12	0	0	0	0	3	0	20		
		Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3		
		Odontoceridae	<i>Marilia</i>	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	5		
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	5	11	9	23	15	20	13	8	9	26	17	18	174		
	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>		2	0	0	0	0	1	6	1	4	9	0	0	23	
				Elmidae	<i>Gonielmis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
					<i>Macrelmis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
					<i>Pseudodisersus</i>	0	0	0	0	0	0	4	1	1	3	1	0	10
					<i>Stenelmis</i>	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	7
				<i>Heterelmis</i>	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	
				<i>Microcylloepus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
				Dryopidae	<i>Pelonomus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				Dysticidae	<i>Laccophilus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
				Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	3	1	0	10	6	31	5	0	25	19	4	29
	<i>Atopophlebia</i>	0	0			7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7		
	Baetidae	<i>Baetis</i>	0			0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	

Continuación Anexo 2

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Total	
				H	G	M	H	G	M	H	G	M	H	G	M		
	Diptera	Tabanidae	<i>Chrysops</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			<i>Tabanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Simuliidae	<i>Simulium</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
		Tipulidae	<i>Tipula</i>	0	0	0	2	0	0	3	0	0	1	0	2	8	
			<i>Molophilus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	
			<i>Hexatona</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	
		Chironomidae	<i>Chironomus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
		Dixidae	<i>Dixa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
		Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	Odonata	Polythoridae	<i>Polythore</i>	0	0	3	1	0	0	0	0	1	1	0	0	6	
		Coenagrionidae	<i>Argia</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	0	0	11	0	0	21	0	0	7	0	0	5	44	
	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Archanara</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	0	0	13	7	0	51	6	1	20	6	3	16	123	
	Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Hypolobocera</i>	0	0	2	1	1	1	1	1	4	1	0	2	14	
Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Clitellata	Haplotaxida	Aelosomatidae	<i>Aelosoma</i>	0	2	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	8	
	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Placobdella</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	
Total				36	45	68	86	48	171	105	61	101	138	73	92	1024	

Anexo 3. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales presentes en el tramo 2. Hojarasca (H), Macrófitas (M), Grava (G).

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Total	
				H	G	M	H	G	M	H	G	M	H	G	M		
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	2	8	9	34	7	9	0	0	1	0	2	0	72	
			<i>Smicridea</i>	0	0	0	0	8	0	0	4	3	0	1	5	21	
			<i>Homoplectra</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	
			<i>Macronema</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	4	
		Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	1	0	6	0	27	2	0	2	0	0	0	0	38	
		Leptoceridae	<i>Atanatolica</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	2	2	0	1	0	4	0	0	1	0	0	0	10	
		Odontoceridae	<i>Marilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
		Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
		Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	3	3	5	12	10	1	0	2	9	0	0	1	46
	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	1	0	4	3	0	20	0	0	20	0	0	23	71	
			Elmidae	<i>Cylloepus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
				<i>Macrelmis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				<i>Stenelmis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
				<i>Heterelmis</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
				<i>Austrelimis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
				<i>Microcylloepus</i>	0	0	0	0	0	2	0	4	1	0	0	0	7
			Hydrophilidae	<i>Hydrochara</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				<i>Tropisternus</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
			Chrisomelidae	<i>Donacia</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lampyridae	<i>Sp1</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
Psephenidae	<i>Psephenus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1			

Continuación Anexo 3

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Total
				H	G	M	H	G	M	H	G	M	H	G	M	
		Desconocida	<i>Sp1</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			<i>Sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5	7
			<i>Thraulodes</i>	0	1	0	0	5	0	0	1	0	0	1	0	8
		Baetidae	<i>Baetis</i>	0	18	0	1	8	6	0	6	1	0	6	1	47
			<i>Baetodes</i>	13	26	7	0	15	1	0	0	0	0	6	0	68
	Diptera	Tricorythidae	<i>Leptohyphes</i>	12	4	20	13	4	29	0	2	5	0	1	5	95
		Tabanidae	<i>Chrysops</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Blephariceridae	<i>Peltostoma</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		Simuliidae	<i>Simulium</i>	1	1	0	0	3	9	0	0	1	0	0	0	15
		Muscidae	<i>Limnophora</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
		Stratiomyidae	<i>Euparyphus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
		Tipulidae	<i>Tipula</i>	0	0	0	4	0	1	0	0	1	0	0	0	6
			<i>Molophilus</i>	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	6
		Chironomidae	<i>Chironomus</i>	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
			<i>Tethymyia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
			<i>Cricotopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Psychodidae	<i>Marunia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Hemiptera	Gelastocoridae	<i>Gelastocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
		Desconocida	<i>Sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	2	3	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	9
	Lepidoptera	Cossidae	<i>Prionoxystus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		Pyrilidae	<i>Sp1</i>	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13
Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Continuación Anexo 3

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Total
				H	G	M	H	G	M	H	G	M	H	G	M	
Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>	2	0	4	0	1	9	0	0	1	0	0	0	17
Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i>	0	0	0	1	3	15	0	0	0	0	0	0	19
		Aelosomatidae	<i>Aelosoma</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Placobdella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Total				40	75	70	77	99	134	0	26	45	0	22	51	639

Anexo 4. Identificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales presentes en el tramo 3. Hojarasca (H), Macrófitas (M), Grava (G).

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Total		
				H	G	M	H	G	M	H	G	M	H	G	M			
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	25	22	20	23	39	124	0	1	4	2	2	0	262		
			<i>Smicridea</i>	0	0	0	0	2	1	0	3	4	1	0	13	24		
		Limnephilidae	<i>Pseudostenophylax</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
		Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4		
		Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2		
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	9	3	5	18	14	9	0	5	6	5	2	5	81		
	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	4	0	0	13	0	3	0	0	9	3	0	5	37		
			<i>Sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		
		Elmidae	<i>Cylloepus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
			<i>Notelmis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
			<i>Phanocerus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
			<i>Macrelmis</i>	0	0	2	0	0	0	0	1	3	1	1	0	8		
			<i>Onychelmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2		
			<i>Heterelmis</i>	0	0	4	2	0	0	0	1	0	1	0	0	8		
			<i>Microcylloepus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	23	0	0	1	25		
			Dryopidae	<i>Pelonomus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
			Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
					<i>Thraulodes</i>	3	2	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	15
		Baetidae			<i>Baetis</i>	0	25	0	3	2	0	0	1	4	0	0	0	35
		<i>Baetodes</i>		5	3	3	0	0	0	0	2	0	1	0	0	14		
		Tricorythidae		<i>Leptohyphes</i>	6	3	2	7	1	2	0	0	5	1	0	0	27	

Continuación Anexo 4

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Total
				H	G	M	H	G	M	H	G	M	H	G	M	
	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	0	0	4	1	0	1	0	0	1	2	0	0	9
		Muscidae	<i>Limnophora</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Tipulidae	<i>Tipula</i>	0	0	0	19	0	1	0	0	0	0	0	0	20
			<i>Molophilus</i>	1	0	1	13	0	0	0	0	2	0	0	17	
			<i>Hexatona</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	
		Chironomidae	<i>Chironomus</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
		Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	1	2	1	1	3	0	0	1	3	0	0	12	
	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Nonagria</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Hypolobocera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
Clitellata	Haplotaxida	Aelosomatidae	<i>Aelosoma</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
Total				61	63	44	110	73	142	0	18	68	20	5	24	628

Anexo 5. Imágenes de macroinvertebrados acuáticos.

5.1 Clase Crustacea

Orden Amphipoda



Genero *Hyalella*

Orden Decapoda



Genero *Hypolobocera*

5.2 Clase Gastropoda

Orden Basommatophora



Genero *Lymnaea*

5.3 Clase Clitellata

Orden Rhynchobdellida



Genero *Placobdella*

Orden Haplotaxida



Genero *Aelosoma*

5.4 Clase Insecta

Orden Coleoptera



Genero *Heterelmis*



Genero *Macrelmis*



Genero *Psephenus*

Orden Diptera



Genero *Limnophora*



Genero *Dixa*



Genero *Molophilus*

Orden Ephemeroptera



Genero *Farrodes*



Genero *Leptohyphes*

Orden Hemiptera



Genero *Limnocoris*



Genero *Rhagovelia*



Genero *Gelastocoris*

Orden Lepidoptera



Genero *Archanara*



Genero *Nonagria*



Genero *Corydalus*

Orden Megaloptera

Orden Odonata



Genero *Polythore*

Orden Plecoptera



Genero *Anacroneuria*

Orden Trichoptera



Genero *Chimarra*



Genero *Leptonema*



Genero *Atopsyche*

Anexo 6. Imágenes de la zona de estudio, paisaje y actividades antrópicas.

6.1. Zona alta, Vereda El Socorro.



6.2. Zona media, Veredas El Llano y El Rincón.



6.3. Zona baja, Vereda El Rincón.

