



Roles tróficos de la comunidad de macroinvertebrados y calidad ecológica del río Muincha

Trophic roles of community of macroinvertebrates and ecological quality of the Muincha river

Yamile Astrid Ramos Robayo *¹

¹ Grupo de investigación GISP-UPTC – Tunja – Boyacá, Colombia

Recibido: Enero 10 de 2021

Aceptado: Marzo 10 de 2021

*Correspondencia del autor: Yamile Astrid Ramos Robayo

E-mail: bioyamy@hotmail.com

<https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i33.227>

Resumen

Introducción: El suelo en áreas rurales del municipio de Turmequé-Boyacá-Colombia está destinado para actividades agrícolas y pecuarias en un 89%, lo cual tiene influencia en el estado ecológico del río Muincha. **Objetivo:** establecer los roles tróficos de la comunidad de macroinvertebrados y evaluar la calidad ecológica del río Muincha. **Materiales y Métodos:** Se realizaron 5 muestreos de la comunidad de macroinvertebrados durante los meses de mayo, junio, agosto, septiembre y noviembre de 2005. Las muestras de la comunidad de macroinvertebrados fueron colectadas en cuatro estaciones, tomando dos puntos cada una en un tramo entre 2431 y 2820 msnm del Río Muincha en Turmequé. Para evaluar la calidad ecológica se usaron los índices BMWP/Col (análisis biológico), EPT (análisis biológico) e INSF (análisis fisicoquímico), y se establecieron los roles tróficos de la comunidad de macroinvertebrados. **Resultados:** según BMWP/Col e INSF el río presenta agua de calidad aceptable (aguas ligeramente contaminadas) o de regular calidad. El ecosistema se encuentra alterado como consecuencia de la acción antrópica (ganadería y agricultura), la estación III presentó mayor afectación, y la Estación IV menor afectación. La contaminación encontrada posiblemente se deba al mal uso del suelo, evidenciado con la presencia constante y considerable de Colectores, Recolectores, Detritívoros (Ordenes Diptera, Seriata, Haplotaxida y Arthricobdellida), por la presencia de amonio y los altos valores de nitrato y fosfato. **Conclusión:** Se identificó una clara relación entre la diversidad de macroinvertebrados, los roles tróficos de los macroinvertebrados, la calidad del agua y los usos del suelo (calidad ambiental).

Palabras clave: calidad del ambiental, diversidad, macroinvertebrados, Diptera, Seriata, Haplotaxida y Arthricobdellida

Abstract

Introduction: The soil in rural areas from the municipality of Turmequé-Boyacá-Colombia is destined to activities agricultural and livestock, it represents the 89%, which have influence in the ecological state of the Muincha river. **Objective:** to establish trophic roles of the macroinvertebrates community and to evaluate the ecological quality of the Muincha river. **Materials and Methods:** in 2015 five samplings were performed in the month of may, June, August, September and November. The macroinvertebrates community samples were collected in four stations, taking two points in every one in a section of the 2431 to 2820 slom, in the Muincha river (Turmequé). To evaluate the ecological quality, it's used the indexes BMWP/Col (biological analyses), EPT (biological analyses) and INSF (physicochemical analyses), and itself established trophic roles of the macroinvertebrates community. **Results:** agree BMWP/Col and INSF the river present water of acceptable quality (contaminated slightly water) or regular quality. The ecosystem itself found altered as consequence of the anthropic action (livestock and agriculture), the station III showing more affectation, and the station IV less affectation. Therefore, it's identified clear relation between the diversity of macroinvertebrates, the quality of water and the use of the soil. The contamination found is possibly due to the misuse of the soil, evidenced by the constant and considerable presence of Collectors - Collectors Collectors - Gatherers - Detritivores (Ordenes Diptera, Seriata, Haplotaxida y Arthricobdellida), by the presence of Ammonium and the high values of nitrate and phosphate. **Conclusion:** Therefore, it's identify a clear relation between the diversity of macroinvertebrates, trophic roles of the macroinvertebrates, quality of water and the uses of soil (environmental quality).

Keywords: environmental quality, diversity, macroinvertebrates, Diptera, Seriata, Haplotaxida y Arthricobdellida

Introducción

El río Muincha es un ecosistema estratégico que atraviesa el municipio de Turmequé y ofrece servicios ambientales a gran parte de la población (1,2). Dada su importancia es necesario generar información acerca de la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados para evaluar el estado ecológico de esta fuente hídrica, siendo los macroinvertebrados usados como bioindicadores.

Los macroinvertebrados de agua dulce cumplen funciones importantes en los procesos ecológicos (3). Transfieren energía en los sistemas acuáticos según sus roles tróficos. Gran parte de los invertebrados acuáticos no son consumidores obligados de determinados alimentos, ellos dependen de las fuentes de alimento disponibles (4).

“El ecosistema acuático es el resultado de la interacción de los organismos que allí viven con la calidad fisicoquímica del agua, la atmósfera y el medio terrestre que lo rodea” (5). Los parámetros de calidad de agua ayudan a conocer con precisión variables físicas, químicas y biológicas de un sistema acuático y a su vez el grado de contaminantes en detalle, generalmente un análisis de aguas por métodos fisicoquímicos (temperatura del agua, ancho, profundidad, velocidad de la corriente, caudal del río, conductividad, pH oxígeno disuelto,

amonio, nitrato, fosfato entre otros) proporciona una información puntual y transitoria (6). Por esta razón, para hacer una mejor lectura del estado ecológico de un río, los macroinvertebrados son indispensables debido a que la estructura de la comunidad y la biodiversidad nos aportan información acerca los diferentes cambios y alteraciones que se han presentado en ecosistemas de la ronda del río.

Un ecosistema acuático depende de la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas terrestres y de un correcto uso del suelo para mantener su estructura y su funcionalidad., pero sobre todo para mantener la oferta de servicios ambientales. Las perturbaciones provocadas por la acción antrópica dependiendo de la severidad, pueden llevar a la pérdida de especies, la afectación de la oferta de servicios ambientales, y por ende a poner en riesgo la supervivencia humana. Por esta razón se propone un modelo de manejo ecológico sostenible fuerte. El objetivo de este trabajo es establecer los roles tróficos de la comunidad de macroinvertebrados y evaluar la calidad ecológica del río Muincha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Turmequé se encuentra ubicado a 5° 20' de Latitud Norte y 73° 30' de Longitud al Este del Meridiano de Greenwich y a 0° 3' 00" del meridiano de Bogotá, en la

cordillera oriental de los Andes a 2400 msnm (7).

El río Muincha es una corriente de segundo orden en el territorio que nace en el municipio de Turmequé, en los límites con Villapinzón (Laguna del Valle, también llamada Laguna Colombia - Páramo de Guacheneque). Los principales afluentes son las quebradas Volador, Honda, Pantano, Peña Blanca, Páscata y Juratá. Recorre el municipio en 25 Km aproximadamente en sentido Sur – Norte, por la parte central y es de exclusividad local. Figura 1.

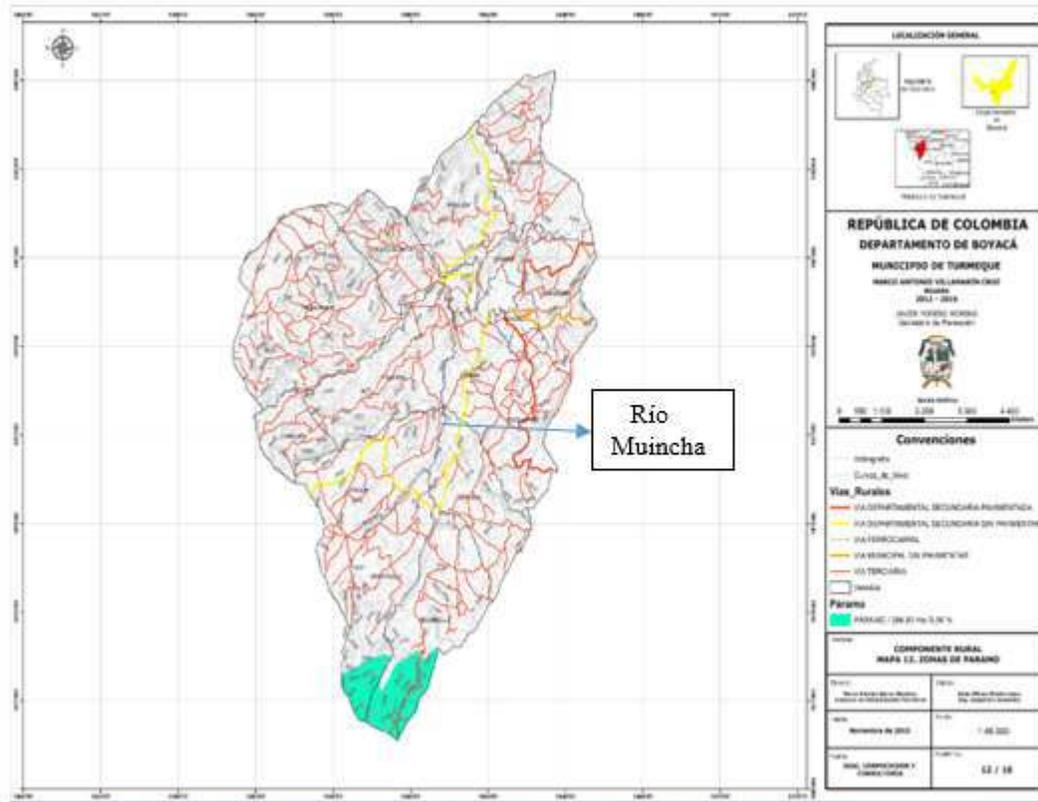


Figura 1. Mapa de Turmequé con estaciones de muestreo. Escala 1:45000. Fuente: (7)

Fase de campo.

Sitios de muestreo: Se tomaron muestras de macroinvertebrados durante los meses de mayo, junio, agosto, septiembre y noviembre considerando periodos de lluvia y sequía, según información

Se seleccionaron cuatro estaciones de muestreo en un tramo de los 2431 a los 2820 msnm, siguiendo para su ubicación espacial el sistema de estaciones sugerido por Rincón en 1999 (8) y Rueda, 2002 (9), Este sistema consiste en la selección de estaciones teniendo en cuenta parámetros como: altitud, pendiente, tipo de sustrato, usos del suelo y velocidad de la corriente. Las coordenadas de las cuatro estaciones fueron tomadas mediante GPS y se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas de las cuatro estaciones tomadas mediante GPS

Estación	Altitud	Coordenadas Geográficas
EI	2431 msnm	N 05°18'12,7" W 073°30'26,1"
EII	2460 msnm	N 05°17'57,7" W 073°30'58,1"
EIII	2484 msnm	N 05°17'46,9" W 073°30'31,8"
EIV	2820 msnm	N 05°15'999" W 073°30'589"

Análisis fisicoquímicos: para hacer una caracterización de la condición física y química de la quebrada, se midió por estación in situ: el pH y la temperatura, con pHmetro Hanna; la conductividad eléctrica, con conductímetro YSI 30; la concentración de Oxígeno disuelto y la saturación de Oxígeno, la alcalinidad, amonio, nitrato y fosfato y la dureza total, mediante el Kit Aqua-Merck colorimétrico. El Caudal, se estimó a través de la relación área de sección y velocidad de flujo (10).

Muestreo de macroinvertebrados: la comunidad de macroinvertebrados fue muestreada en cada zona aguas arriba y aguas abajo, es decir tomando 2 puntos de muestreo en cada estación, bajo la concepción de coriotosos o microhábitats. Las muestras de macroinvertebrados se colectaron en coriotosos como: Hojarasca (H), Musgo Corriente Rápida (M. C. R) y Lenta (M. C. L), Piedra Corriente Rápida (P. C. R), y Lenta (P. C. L); La exploración en estos microhábitats es sugerida por Rincón en 1999 (8) y Rincón en el 2002 (11). Para la toma de muestras de macroinvertebrados se utilizaron métodos tradicionales como colección directa y red de Surber sugeridas por Rincón en el 2002 (11).

Las muestras biológicas fueron preservadas en alcohol al 70%, se llevaron al laboratorio para posterior identificación (12).

Fase de laboratorio

Para identificar macroinvertebrados hasta el mínimo nivel taxonómico posible se utilizaron las claves de (13 - 22).

La asociación de los grupos taxonómicos con los roles tróficos se realizó por medio de información secundaria, (15, 23, 24, 25)

Fase de análisis

Se determinó la estructura cualitativa y cuantitativa de la comunidad de macroinvertebrados mediante la aplicación de índices de diversidad a nivel de género, los cuales se citan a continuación:

Índice de Riqueza: Margalef sugerido por Krebs en 1989 (26) y Roldán en el 2012 (22)

Se aplicó el índice BMWP/Col recomendado por Roldán en el 2003 (21) y Roldán en el 2012 (22) y el índice EPT sugerido por Carrera y Fierro en el 2001 (23).

Índice NSF (1978) para establecer la calidad del agua utilizando datos fisicoquímicos y microbiológicos sugerido por González y colaboradores en el 2013 (27). Para el análisis de datos biológicos se aplicaron: Índice de Riqueza, Índice BMWP/Col e Índice EPT.

Análisis estadístico: se utilizó el software BioEstat 5.3 para establecer correlación entre Margalef-BMWP, Margalef-EPT, Margalef- NSF y Margalef- porcentaje de saturación de O₂. Se aplicó Metaanálisis – Regresión-Boxplot para datos fisicoquímicos e índice de Margalef.

RESULTADOS

Usos del suelo

La tabla 2 muestra los usos del suelo en las cuatro estaciones de muestreo.

Tabla 2. Usos del suelo

Estaciones	Usos del Suelo
EI	Ganadería y solo dos plantas de <i>Alnus acuminata</i> (aliso) y dos plantas de <i>Brugmansia candida</i> (Borrachero) a la orilla del río
EII	Ganadería y algunas plantas a la orilla del río como <i>Brugmansia candida</i> (Borrachero) y <i>Montanoa ovalifolia</i> (Árbol Loco)
EIII	Ganadería y algunas plantas a la orilla del río predominando <i>Brugmansia candida</i> (Borrachero)
EIV	Ganadería, acueducto y área de reserva, en la cual predominan <i>Brugmansia candida</i> (Borrachero), <i>Gunnera manicata</i> (Mazorca de agua), <i>Montanoa ovalifolia</i> (Árbol Loco) y <i>Fucsia boliviana</i> (Sarcillejo)

Estructura cualitativa y roles tróficos.

En la tabla 3 se puede evidenciar que la estructura de la comunidad de macroinvertebrados se encuentra compuesta en su mayor parte por colectores – recolectores, seguidos por los depredadores que son muy importantes; también se encuentran raspadores, colectores – fragmentadores, colectores detritívoros, detritívoros, trituradores, colectores - filtradores, filtradores, fragmentadores, hematófagos – nectarívoro, depredadores - hematófagos - Saprófagos o se alimentan de exudados de plantas y animales.

Tabla 3. Estructura cualitativa de la comunidad de macroinvertebrados y roles tróficos.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Rol Trófico
Celenterata	Hydrozoa	Hydroida	Hydridae	<i>Hydra</i>	Colect
Platyhelminthes	Turbellaria	Seriata	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	Colect – Detr
Anelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubificidae G1</i>	Colect – Detr
Anelida	Hirudinea	Arthricobdellida	Glossiphoniidae	<i>Glossiphoniidae G1</i>	Detr
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	Colect – filtr
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i>	Colect– recolect
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Paracloeodes</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Nanomis</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Prebaetodes</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohiphidae	<i>Tricorythodes</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohiphidae	<i>Leptohiphes</i>	Colect– recolect
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohiphidae	<i>Haplohiphes</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Neuroptera	Sialidae	<i>Sialis</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Hebridae	<i>Merragata</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Microcylloepus</i>	Colect– recolect
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Narpus</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Phanocerus</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Pseudodisersus</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i>	Colect – Fragment
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Stenelmis</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Haliplidae	<i>Peltodytes</i>	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	Fragment
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Laccobius</i>	Colect – Fragment
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i>	Colect – Fragment
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Elodes</i>	Colect – Fragment
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	Fragment
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	Fragment
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	Fragment
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	Fragment

Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	Filtr
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Pyalidae	<i>Parargyractis</i>	Colect – Fragment
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Limonia</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Clognia</i>	Colect – detr
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Maruina</i>	Colect – detr
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Telmatoscopus</i>	Colect – detr
Arthropoda	Insecta	Diptera	Blepharoceridae	<i>Paltostoma</i>	Raspad
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Probezzia</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Coelotanypodini</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Pentaneura</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Lopescladius</i>	Colect – recolect
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	Colect – filtr
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i>	Colect – filtr
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabanidae	<i>Chrysops</i>	Hemat– Nectar
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	Hemat – Nectar
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Chelifera</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Rhaphium</i>	Depred
Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Limnophora</i>	Depr, hemat, Sapr o se alim.de exu- dados de plantas. y animales.
Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Lispe</i>	Depr, hemat, Sapr o se alim de exu- dados de plantas y animales.
Arthropoda	Insecta	Diptera	Sciomyzidae	<i>Sepedon</i>	Depred
Arthropoda	Arachnoidea	Acari	Lymnessiidae	<i>Lymnessia</i>	Tritur
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyallellidae	<i>Hyallela</i>	Tritur
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Gammaridae		Tritur
Arthropoda	Crustacea	Collembola			Tritur
Arthropoda	Crustacea	Isopoda			Tritur

Los Colectores – Recolectores – Detritívoros presentaron el valor más alto de porcentaje de abundancia equivalente al 29,9%, seguidos de los Colectores – Recolectores – Trituradores con un valor del 27,5%, Fragmentadores– fitófagos – Depredadores presentaron un 25,8%, los trituradores presentaron el 8,2 %, los Depredadores presentaron el 8,1%, Raspadores 0,1% y Colectores 0,1 % como se puede observar en la figura 2.

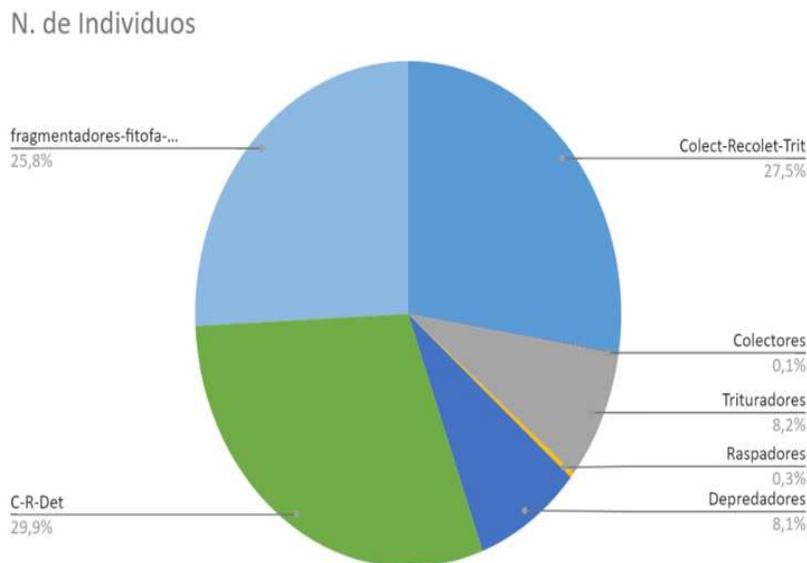


Figura 2. Abundancia Total de individuos según Roles Tróficos

Índices de calidad del agua Índice BMWP/Col.

El puntaje de BMWP/Col más alto lo presentó el P1EIV en agosto con 114 equivalente a agua de calidad aceptable, por el contrario, el puntaje más bajo lo presentó el P1EIII en septiembre con 33 equivalente a agua de calidad aceptable como se puede observar en la figura 3.

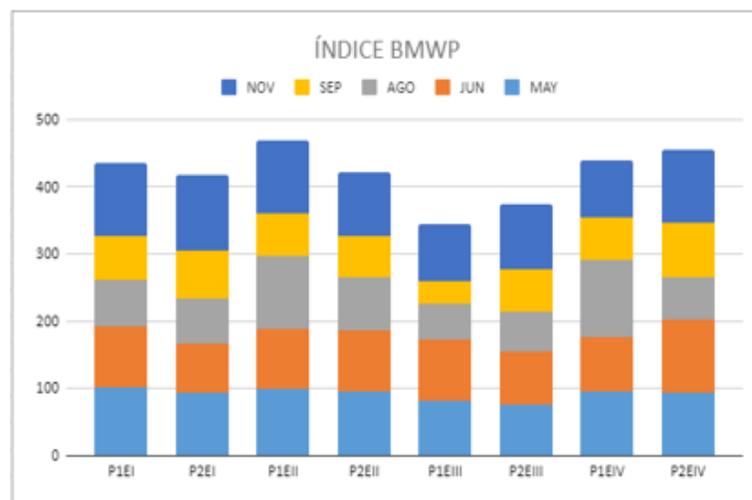


Figura 3. Índice BMWP

Índice EPT

El puntaje de EPT más alto lo presentó P2EI en agosto con 94 puntos equivalente a agua de buena calidad, mientras que el puntaje más bajo lo presentó P1EIV en mayo con 14 puntos equivalente a agua de regular calidad como lo muestra la figura 4.

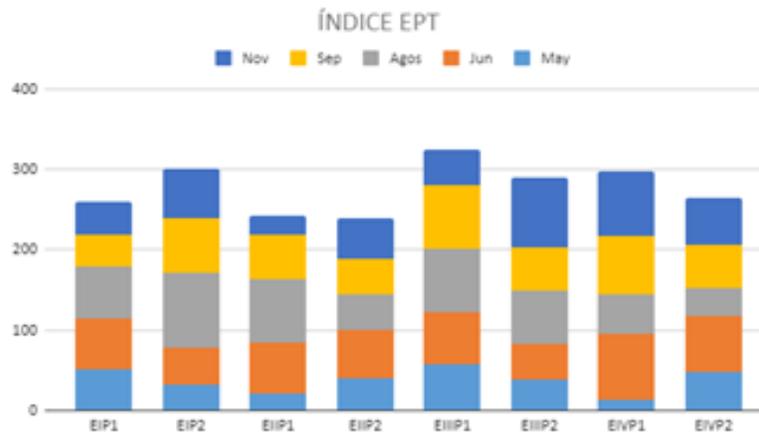


Figura 4. Puntaje EPT

Índice INSF

El índice INSF muestra que el % de saturación de O₂ presentó el puntaje más alto en la Estación IV con 15,2. El puntaje más bajo lo presentó el nitrato en la Estación I con 5,6, seguido de las estaciones II, III y IV. La con-

ductividad y el Fosfato presentaron un puntaje de 13,5 en las cuatro estaciones. Las cuatro estaciones presentaron buena calidad del agua como se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4. Puntaje INSF por Estaciones.

Parámetro	EI	EII	EIII	EIV
Temperatura	7,59	7,37	7,75	7,92
pH	11,31	11,05	11,7	11,05
% de saturación de O ₂	12,73	13,11	12,92	15,2
Conductividad	13,5	13,5	13,5	13,5
NH ₄	7	7,28	7,28	7,14
NO ₃	5,6	5,74	5,88	5,88
PO ₄	13,5	13,5	13,5	13,5
Puntaje Total INSF	71,23	71,55	72,53	74,19
Calidad del agua	Buena	Buena	Buena	Buena

En el Índice INSF por épocas se puede evidenciar que el puntaje más alto lo presentó el % de saturación de O₂ en junio con 13,49. El puntaje más bajo lo presentó el

nitrato con 4,9. Mayo, agosto, septiembre y noviembre presentaron calidad de agua regular, mientras que junio presentó buena calidad del agua.

Tabla 5. Puntaje INSF por Épocas

Parámetro	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	Noviembre
Temperatura	7,48	8,8	7,92	6,71	7,37
pH	11,18	11,31	11,18	11,18	11,18
Saturación O ₂ (%)	12,92	13,49	11,4	12,73	12,92
Conductividad	13,2	13,5	13,5	13,05	13,5
NH ₄	6,72	7,28	7,28	7,14	7,14
NO ₃	4,9	8,54	8,68	8,4	8,54
PO ₄	8,4	8,82	8,68	7,7	8,96
Puntaje Total INSF	64,8	71,74	68,64	66,91	69,61
Calidad del agua	Regular	Buena	Regular	Regular	Regular

Comparación de Índices BMWP/Col, EPT e INSF

Al comparar los Índices BMWP/Col e INSF coinciden en que el río presenta aguas levemente contaminadas

o de regular calidad. A diferencia del EPT, el cual nos indica que el río presenta aguas de buena calidad. Como se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6. Comparación de Valores Medios Índices BMWP/Col, EPT e INSF

Índice		Puntaje C. Agua
BMWP	83,97	Aceptable (agua levemente contaminada)
EPT	55,42	Buena
INSF	68,34	Regular

Calculados según (28), (22); (23) el índice EPT sugerido por (24) e Índice NSF (1978) (27)

Riqueza versus calidad del agua

Al comparar la riqueza (Margalef) con la calidad del agua (BMWP) se puede observar que son directamente proporcionales, que la riqueza tiende a subir cuando la calidad del agua sube. Como se puede ver en la figura 5.

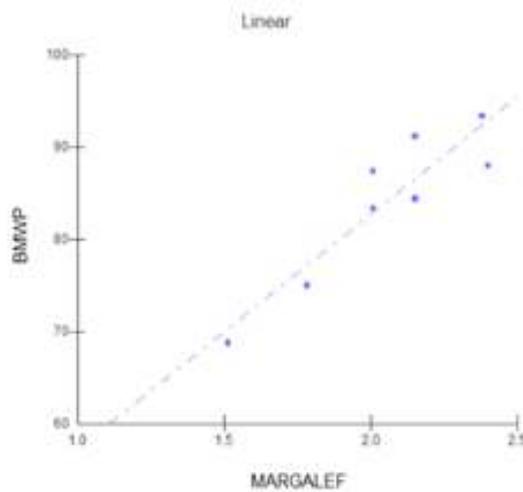


Figura 5. Relación Margalef-BMWP

Al comparar la riqueza (Margalef) con la calidad del agua (EPT) se observa que son inversamente proporcionales, la riqueza tiende a bajar cuando la calidad del agua sube. Como se observa en la figura 6.

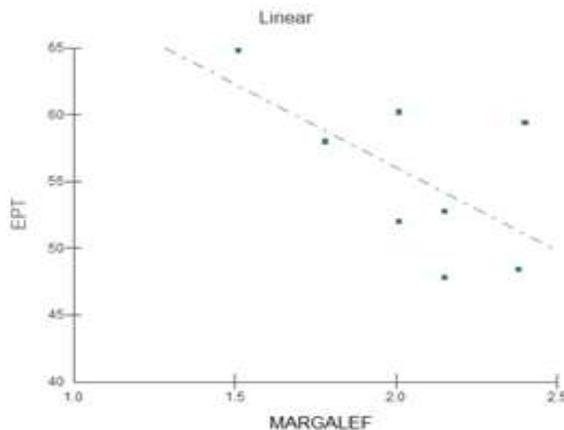


Figura 6. Relación Margalef-EPT

Al comparar la riqueza (Margalef) con la calidad del agua (INSF) se puede observar que son directamente proporcionales, la riqueza tiende a subir cuando la calidad del agua sube. Siendo la excepción el tercer valor. Como se puede ver en la figura 7.

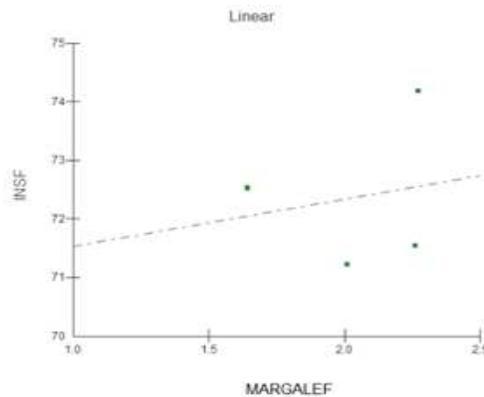


Figura 7. Relación Margalef- INSF

Riqueza (Margalef) versus % de saturación de O_2

Al comparar la riqueza (Margalef) con el porcentaje de saturación de O_2 se puede evidenciar que son directamente proporcionales, la riqueza tiende a subir cuando el porcentaje de saturación de O_2 sube. Como se puede observar en la figura 8.

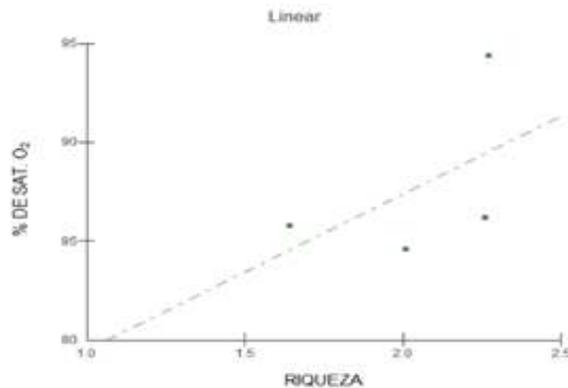


Figura 8. Relación Margalef- porcentaje de saturación de O_2

El amonio (NH_4) presenta mayor homogeneidad, es decir una menor variación durante los diferentes muestreos con un valor cercano a 0, mientras que el porcentaje de saturación de O_2 presenta menor homogeneidad, es decir una mayor variación con un valor cercano a 90 como se observa en la figura 9.

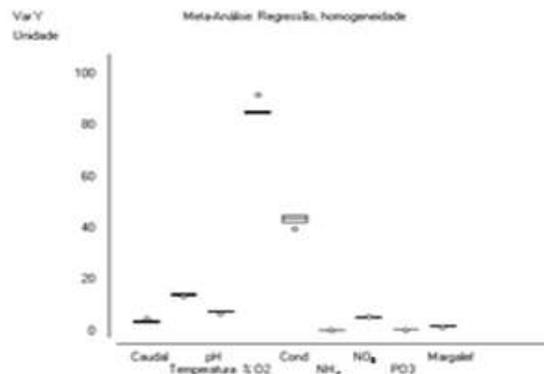


Figura 9. Metaanálisis – Regresión-Boxplot para datos fisicoquímicos e índice de Margalef.

DISCUSIÓN

La comunidad de macroinvertebrados presente en el río Muincha se encuentra compuesta por 18 Órdenes, 43 Familias y 75 Géneros. Según Riss y colaboradores en el 2002 (28) la altitud es un factor geográfico que determina las condiciones ambientales y la distribución de la fauna acuática. La naturaleza física del sustrato es uno de los factores que más incide en la distribución y abundancia de la biota acuática (7). Esto se puede relacionar con la reserva de vegetación nativa que se encuentra antes de la Estación IV, aunque en esta estación ubicada a 2820 msnm, el río comienza a ser afectado aguas abajo por la ganadería; se esperaba que las demás estaciones presentaran mayor biodiversidad, porque la EIV se ubica a mayor altitud.

Posiblemente existe contaminación difusa, es decir que se puede percibir con los análisis fisicoquímicos en el momento de los aportes contaminantes (cuando pasa el ganado o cuando fumigan los cultivos) esta se explica con los booms de Chironomidos cuando hay presencia de ganado a la orilla del río aproximadamente cada cuatro meses como ocurrió en mayo y en septiembre. Lo cual afecta la oferta de Servicios Ecosistémicos de provisión (agua, oxígeno, alimentos y captura de carbono), de soporte, regulación de procesos biogeoquímicos etc.

Al comparar el número de individuos por Estaciones según Roles Tróficos con los valores medios de los parámetros fisicoquímicos por estaciones, se puede encontrar relación entre la presencia de amonio con valores (0.2 - 0.5 m/l) y valores altos de temperatura (11.5 - 16 °C), nitrato (0,2 - 25 m/l), fosfato (0.1 - 1,4 m/l) pH (6.4 - 8.2 m/l) y conductividad (48 - 19 μ s), valores bajos de O_2 disuelto (6 - 6.7 m/l), porcentajes de saturación (78 - 107) y la presencia constante y considerable de Colectores - Recolectores - detritívoros (Órdenes Diptera, Seriata, Haplotaxida y Arthricobdellida), seguidos de los filtradores. Lo cual indica una carga de materia orgánica en el ecosistema.

Al comparar los Índices BMWP/Col, INSF y Margalef coinciden en que la Estación VI presenta el puntaje más alto y el valor más alto de riqueza, es decir que la estación menos afectada es la Estación IV. BMWP y Margalef también coinciden en que la estación III presenta valores más bajos de calidad del agua y riqueza, lo cual indica que la estación III es la más afectada. El índice BMWP/Col y el INSF indican que el río presenta una calidad de agua aceptable (aguas ligeramente contaminadas) o de regular calidad.

Después de aplicar los Índices BMWP/Col, EPT e INSF se puede decir que el Índice BMWP/Col es un buen índice para establecer el estado ecológico del río, pero los índices INSF y Margalef también pueden ayudar bastante. El índice BMWP/Col toma toda la comunidad de macroinvertebrados ofreciendo más información acerca del estado ecológico del ecosistema, mientras el EPT toma los tres órdenes más exigentes en cuanto a calidad ecológica, el problema es que no tiene una escala de puntuación bien definida y se pierde información acerca del resto de la comunidad. El INSF detecta la contaminación si se analiza la información por épocas.

Al comparar la riqueza (Margalef) con la calidad del agua (BMWP e INSF) se puede comprobar que la riqueza biológica incrementa a medida que la calidad del agua es mejor, es decir que la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados depende de la calidad del agua y esta última de los usos del suelo. La valoración ambiental de la diversidad y abundancia de familias de macroinvertebrados, que parte de que la presencia de especímenes de ciertos taxones puede variar radicalmente de acuerdo con las condiciones hidrológicas, fisicoquímicas y biológicas del agua (Alba-Tercedor *et al.*, 2005) (29). Si la calidad del agua de los sistemas lóticos estudiados es buena, se presenta alta diversidad de especies, baja dominancia y concentraciones bajas de nutrientes (30).

Al comparar los índices Margalef y EPT la relación es inversamente proporcional. El índice más claro es el índice BMWP al mostrar una relación directamente proporcional con el índice de Margalef, siendo aún más clara que la relación Margalef e INSF.

Los Índices EPT e INSF coinciden en que mayo presentó una alteración en la calidad del agua. BMWP/Col, INSF y Margalef coinciden en que septiembre también presentó una alteración en la calidad del agua, lo cual se puede asociar presencia de amonio con valores (0.2 - 0.5 m/l) y valores altos de temperatura (11.5 - 16 °C), nitrato (0,2 - 25 m/l), fosfato (0.1 - 1,4 m/l) pH (6.4 - 8.2 m/l) y conductividad (48 - 19 μ s), valores bajos de O_2 disuelto (6 - 6.7 m/l), porcentajes de saturación (78 - 107); mientras que el presenta menor homogeneidad el % de saturación de O_2 , lo cual se vio reflejado en el boom de Chironomidos anteriormente mencionado. Lo cual indica que probablemente durante estos meses hubo una perturbación en el ecosistema debido a presencia de ganado y contaminación con los cultivos (entre estación III y IV), predominando la ganadería.

La presencia de amonio es un indicio de contaminación reciente o de procesos reductivos predominantes (22).

El índice INSF muestra que el porcentaje de saturación de O_2 presentó el puntaje más alto en la Estación IV y en todos los parámetros fisicoquímicos. El puntaje más bajo de todos los parámetros fisicoquímicos lo presentó el nitrato en la Estación I. La conductividad y el Fosfato presentaron el mismo puntaje en las cuatro estaciones.

Al comparar la riqueza (Margalef) con el porcentaje de saturación de O_2 , se puede comprobar que la riqueza tiende a subir cuando hay un aumento en el % de saturación de O_2 sube. Lo cual nos indica una relación directamente proporcional. En la Estación III al parecer se presenta un descenso en la oxigenación y por lo tanto en la biodiversidad. Lo cual coincide con todo lo anteriormente mencionado. El oxígeno tiene una gran influencia en la riqueza de Margalef debido a que contribuye a la degradación de la Materia Orgánica y al mantenimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos (23).

El río Muincha se caracteriza por presentar aguas entre levemente ácidas y levemente alcalinas pH (6.4 – 8.2 m/l). Los valores medios del porcentaje de saturación de O_2 por debajo del 100 % indican que el ecosistema se encuentra alterado (22). Teniendo en cuenta los demás parámetros fisicoquímicos anteriormente mencionados, estas condiciones ambientales determinan la estructura de la comunidad de macroinvertebrados, es decir que la comunidad de macroinvertebrados responde ante las condiciones ambientales.

La estructura física conectada con el ciclo hidrológico forma un patrón para las respuestas fisiológicas (Southwood, 1977) citado por (31), y dan por resultado modelos uniformes de la función y estructuras de las comunidades y de la carga, transporte, uso y almacenamiento de materia orgánica a lo largo del río (31). Según Ward en el 2002 (32) las perturbaciones naturales juegan un papel importante en la diversidad de hábitats. Características del hábitat y las características fisicoquímicas definen la presencia de taxones (33,34)

Se están perdiendo el capital natural, la funcionalidad ecológica, la disponibilidad y la calidad del agua por causa de las actividades antrópicas. La riqueza biológica depende de la calidad del agua y ésta última de los usos del suelo (calidad ambiental). Según Tonkin en el 2014 (35) la estructura de la comunidad de macroinvertebrados se encuentra fuertemente influenciada por las variables ambientales. El comportamiento de las variables posiblemente estaría determinado por la precipitación, pero el uso del suelo (actividades antrópicas) es un factor que puede influir en las variables fisicoquímicas y estas en los organismos que habitan en la cuenca (33). Se sugiere hacer Manejo Ecológico Sostenible Fuerte, donde la base del sistema es el componente ecológico (capital natural), del cual depende el componente productivo, del componente productivo depende el componente económico, del componente económico depende el componente social y de este último el componente cultural, el eje es la oferta de servicios ambientales o ecosistémicos. Finalmente se propone hacer buen uso del suelo, donde se le dé prioridad a la protección de ecosistemas como se observa en el modelo de la figura 12.

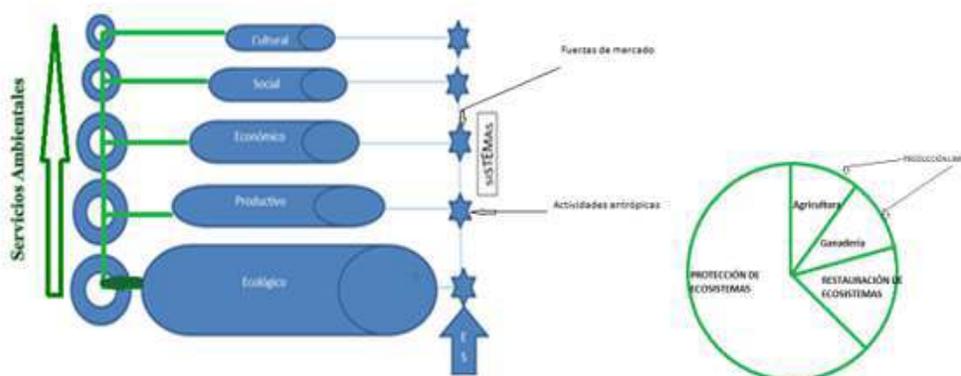


Figura 12. Sostenible Fuerte y Modelo de usos del suelo
Fuente: Tomado y adaptado de (9).

CONCLUSIONES

- Los Colectores - Recolectores - Detritívoros y los Colectores – Recolectores – Trituradores presentaron el mayor % de abundancia.
- Al comparar los Índices BMWP/Col, INSF y Margalef coinciden en que la Estación VI presenta el puntaje más alto y el valor más alto de riqueza, destacándose el P1EIV en agosto.
- BMWP y Margalef también coinciden en que la estación III presenta valores más bajos de calidad del agua y riqueza, lo cual indica que la estación III es la más afectada, destacándose el P1EIII en agosto.
- Al comparar el número de individuos por estaciones según Roles Tróficos con los valores medios de los parámetros fisicoquímicos por estaciones se puede encontrar relación entre la presencia de Amonio, los altos valores de Nitrato y Fosfato y la presencia constante y considerable de Colectores - Recolectores - detritívoros, lo cual indica una carga considerable de materia orgánica en el Ecosistema.
- El índice BMWP/Col y el INSF indican que el río presenta una calidad de agua aceptable (aguas ligeramente contaminadas) o de regular calidad.
- El índice EPT se podría aplicar ajustando la escala de puntuación.
- El índice BMWP/Col es el mejor estimador del estado ecológico del ecosistema. Si la calidad del agua de los sistemas lóticos estudiados es buena, se presenta alta diversidad de especies.
- Los índices INSF y Margalef pueden ser estimadores auxiliares del Índice BMWP.
- El ecosistema se encuentra alterado por debajo de los 2820 msnm (Estación IV) como consecuencia de la acción antrópica (ganadería y agricultura), presentando mayor afectación la estación III, y los índices BMWP/Col, EPT, INSF y Margalef coinciden en que la Estación IV presenta menor afectación.
- El oxígeno influye en la riqueza de Margalef debido a que contribuye a la degradación de la Materia Orgánica y al mantenimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos.
- La composición y la función de la comunidad de macroinvertebrados se encuentran fuertemente relacionadas con las características geomorfológicas y fisicoquímicas.
- La riqueza biológica depende de la calidad del agua y ésta última de los usos del suelo.
- Las condiciones ambientales determinan la estructura de la comunidad de macroinvertebrados.
- Se están perdiendo el capital natural, la funcionalidad ecológica, la disponibilidad y la calidad del agua debido a las actividades antrópicas (extensión del área agrícola y ganadera).
- Se identificó una clara relación entre la diversidad de macroinvertebrados, los roles tróficos de los macroinvertebrados, la calidad del agua y los usos del suelo (calidad ambiental).

AGRADECIMIENTOS

A la UPTC, al Ph.D. Fred Gustavo Manrique Abril por la dirección del trabajo, al grupo de investigación GISP por su colaboración y a todas aquellas personas que contribuyeron de una u otra forma para que fuera posible la ejecución del proyecto, entrega de informe y publicación.

Referencias

1. Plan de Desarrollo del Municipio de Turmequé 2016 – 2019.
2. Ramos, Y. (2018). Evaluación de la calidad ecológica del río Muincha a través de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados con énfasis en Trichoptera, Ephemeroptera y Diptera. Turmequé – Boyacá. Trabajo de grado – posgrado. Facultad de Ciencias. Escuela de Posgrados. UPTC. Tunja.
3. González, V; Caicedo, O y Aguirre, N. (2013). Aplicación de los índices de calidad del agua NFS, DINIUS y BMWP. *Gest Ambient.* 16(1): 97-108
4. Wetzel, R. y Likens, G. (1990). *Limnological analyses.* Springer-Verlag. USA.
5. Tomanova, S.; Goitia, E.; Helešic, J. 2006. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hidrobiología.* 556:251-264.
6. Neumann M., Liess M. y Ralf S (2003): An expert system to estimate the pesticide contamination of small streams using benthic macroinvertebrates as bioindicators. *Knowledge base of LIMPACT. Ecol Indic.* 2(4): 379-389.
7. EOT. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Turmequé. 2015.
8. Rincón, M. (1999). Estudio preliminar de la distribución altitudinal y espacial de los Tricópteros en la Cordillera Oriental (Colombia). *Insectos de Colombia, Vol. II.* Facultad de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá. p 266 -268.
9. Rueda, G. (2002); Aranguren, N. Manual de métodos de Limnología. Asociación Colombiana de Limnología, ACL- Limnos. Bogotá. 6 - 20
10. Gore, J. (2007). Discharge measurements and streamflow analysis. En: Hauer, F.; Lamberti, G. (eds). *Methods in Stream Ecology.* Ed. Elsevier Science (USA). p.51-78.
11. Rincón, M. (2002). Comunidad de Insectos Acuáticos de la quebrada Mamaramos (Boyacá – Colombia). *Rev Colomb de Entomol.* 28 (1): p 101-108.
12. Wetzel, R. y Likens, G. (1990). *Limnological analyses.* Springer-Verlag. USA.
13. Angrisano, B; Tremouilles, G. (1995). *Insecta - Diptera en: Lopretto, E y Tell. Ecosistemas de aguas continentales Tomos I, II y III.* Ediciones SUR. La Plata Argentina.
14. Angrisano, B y Korob, G. (2001). Trichoptera en: Fernández H y Domínguez E. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericano. Secretaría de Ciencias y Técnicas de la Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.
15. Coscaron, L. (2001). Díptera: Simuliidae. En Fernández, H y Domínguez, E. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. EOT, 2015
16. Mc Cafferty W y Provonsha, A. (1981). *Aquatic Entomology.* Jones and Bartlett. Publisher Boston. USA.
17. Merritt, R y Cummins, K (Editores). (1978). *An introduction to the Aquatic Insects of North America.* Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa, E.U.
18. Ministerio Del Medio Ambiente, gobierno de España. (2009). *Guía de campo. Macroinvertebrados de la cuenca del Ebro.*
19. Paggi, C. (1999). Díptera: Chironomidae. En Fernández, H y Domínguez, E. 2001. Guía para la determinación de artrópodos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. p 155 – 236.
20. Posada, J y Roldan, G. (2003). Clave ilustrada y diversidad de larvas de Trichoptera en el Noroccidente de Colombia. *Caldasia* 25(1). p 169- 192.
21. Roldan, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método Bmwp/col. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
22. Roldan, G. (2012). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. CAR. Cundinamarca. Colombia.
23. Merritt, R.; Cummins, K.; Berg, M. 2008. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America.* Ed. Kendall/Hunt Company. (USA). 1158p.
24. Maul, J.D., J.L. Farris, C.D. Milan, C.M. Cooper, S. Testa & D.L. Feldman. (2004). The influence of stream habitat and water quality on macroinvertebrate communities in degraded streams of northwest Mississippi. *Hydrobiologia* 518:79-94.

25. Merritt, R.; Cummins, K.; Berg, M. 2008. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Ed. Kendall/Hunt Company. (USA). 1158p.
26. Tomanova, S.; Goitia, E.; Helešic, J. (2006). Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia*. 556:251-264.
27. Krebs, Ch. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harpercollins College Div. Universidad de California.
28. González, V; Caicedo, O y Aguirre, N. (2013). Aplicación de los índices de calidad del agua NFS, DINIUS y BMWP. *Gest Ambient*. 16(1): 97-108.
29. Riss, W; Ospina, R y Gutierrez, J. (2002). Establecimiento de valores de bioindicación para macroinvertebrados de la Sabana de Bogotá. *Caldasia* (24) (1): 135-156.
30. Alba-Tercedor, J, Pardo, I, Prat, N & Pujante, A. 2005. Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. En: De la Fuente M. J. (Ed.). *Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua en la Configuración Hidrográfica del Ebro*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. pp. 131-175.
31. Disponible:http://www.magrama.gob.es/es/agua/publicaciones/protocolos_muestreo_biológico_con_portada_tcm7-16059.pdf
32. Posada, J; Roldan, G y Ramírez, J. (2000). Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia. Colombia. *Rev Biol. Trop*. 48(1): 59 - 70.
33. Vannote, R., Minshall, G., Cummins, K. Sedeli, J y Cushinc, C. (1980). The river continuum concept. *Rev Can. J. Aquatic. Sci*. 37. 130 – 137.
34. Ward, J; Tockner, K; Arscott, D.B & Claret C. (2002). Riverine landscape diversity freshwater, *Biol*. 47: 517 – 639.
35. Ramos, y. (2017). Composición y roles tróficos de la comunidad de macroinvertebrados en el río Muincha en Turmequé – Boyacá. *Rev Asoc Col de Cien (Col)*, 29: 133-141.
36. Tonkin, JD. (2014). Drivers of macroinvertebrates community structure in unmodified streams. *PeerJ* 2:e465 <https://doi.org/10.7717/peerj.465>