

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL RÍO ACACIAS DEPARTAMENTO DEL META, COLOMBIA.

Investigador principal: Fabián Moreno Rodríguez, docente tiempo completo, Biólogo Marino, Magister en Gestión Ambiental Sostenible, candidato a Doctor en Ciencias Biología.

Estudiantes de semillero: Cristian Carrero Mateus, Marghy Liseth Cubides Carrasco y Jeniffer Huertas Hernández, estudiantes de noveno semestre de Ingeniería Ambiental.

RESUMEN

Los macroinvertebrados bentónicos son importantes dentro de los ecosistemas acuáticos debido a que intervienen en la transferencia de energía en las redes tróficas siendo un recurso importante para las comunidades peces continentales. Se realizaron mediciones de variables físico-químicas *in situ*, los individuos fueron colectados por medio de redes surber, posteriormente se conservaron en alcohol para su identificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Se colectaron un total de 278 individuos representados en 10 familias de las que se destacan Leptophlebiidae y Perlidae, se identificaron 17 géneros, siendo los más importantes *Farrodes*, *Anacroneuria*, *Americabaetis* y *Camelobaetidius*. Los géneros registrados son comunes en ecosistemas de piedemonte llanero, estos ecosistemas caracterizados por sus aguas claras y condiciones oligotróficas, muestran en la composición de fauna de macroinvertebrados condiciones favorables para estas comunidades.

PALABRAS CLAVE: Bentónicos, acuáticos, *Farrodes*, *Anacroneuria*, *Americabaetis*, piedemonte, río Acacias.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Existen diferentes grupos de comunidades de macroinvertebrados que sirven como bioindicadores de la calidad del agua en diversos ecosistemas. Sin embargo, aunque estos grupos pueden indicar tanto buenos como malos estados de la calidad del agua, es difícil definir cuáles son las especies que determinan una condición específica, por lo tanto se hace necesario identificar inicialmente las familias presentes, para poder definir qué tipo de bio-indicación presenta cada una, de esta manera complementar la información ecológica y poder estimar de una forma más adecuada el estado del ecosistema acuático.

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar la composición y abundancia de las familias que conforman la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en un sector del río Acacias ubicado en la Vereda Rancho Grande, Meta, Colombia.

ESPECIFICOS

- Determinar la composición específica de las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en este sector del río Acacias.
- Identificar las familias más abundantes y los micro-hábitats ecológicos que ocupan los macroinvertebrados acuáticos de este sector del río Acacias.

- Establecer posibles correlaciones entre las especies macroinvertebrados acuáticos y las variables físico químicas, teniendo en cuenta el caudal y las condiciones del hábitat en este sector del río Acacias.

MARCO TEORICO

La vegetación de ribera está referida a comunidades bióticas que viven en bordes de ríos, arroyos, estanques, lagos y algunos humedales; la zona de ribera o ribereña es el área adyacente a un arroyo o río, cuyo ambiente es distintivamente influenciado por dicha proximidad y que tiene inundaciones periódicas (Morales, 2005).

Por lo tanto, en los ríos que transcurren en dicho espacio geográfico, existen diferentes grupos de comunidades de macroinvertebrados acuáticos que sirven como bioindicadores de la calidad del agua (Roldán, 1999). Son llamados “bioindicadores” debido a que poseen adaptaciones ambientales características de distintas condiciones influenciadas por factores químicos, físicos e hidrológicos, es decir, que estos organismos presentan tolerancia e intolerancia a las alteraciones en el medio y a las presiones ejercidas sobre los ecosistemas naturales los cuales provocan nuevas condiciones perturbadas ambientalmente, produciendo desplazamiento, aumento, disminución, mortandad, y/o natalidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1996). Dependiendo de la adaptabilidad de la comunidad, su presencia indica las condiciones que priman en el cuerpo de agua; y de esta manera se puede decir que son indicadores de *mala* calidad del agua, en caso de que prevalezcan condiciones de contaminación, y *buena* calidad del agua, en caso de que no se determinen índices de contaminación (Roldán, 1999).

La bioindicación es un método para evaluar la calidad de agua (Roldán, 2003). Los Bioindicadores son aquellos organismos o comunidades en los que su existencia, sus características estructurales, su funcionamiento y sus reacciones, dependen del medio en que se desarrollan y cambian al modificarse las condiciones ambientales; los bioindicadores son sensibles a los cambios ambientales y reaccionan ante ellos como si fueran estímulos específicos, por esto son indicadores de cambios ambientales (Capó, 2007).

En Colombia, se han identificado algunas comunidades específicas de macroinvertebrados acuáticos que determinan las condiciones del agua, tal es el caso de los Oligoquetos, Chironómidos, y algunos Moluscos, los cuales prevalecen en los cuerpos de agua cuando allí se haya un alto grado de contaminación por materia orgánica; en cambio, los cuerpos de agua que se hayan en estado intermedio de contaminación o sanidad, es habitual encontrar comunidades de Turbelarios, Hirudíneos, algunos Moluscos, Chironómidos, y Oligoquetos que se mezclan con Efemerópteros y Tricópteros (Roldán, 1992). Los organismos bentónicos han sido reconocidos por su variedad y riqueza de especies, y por ser un grupo dominante a la hora de monitorear el hábitat en el que se encuentra. Por lo anterior, son los más utilizados para la indicación de la calidad del agua (Prat, Ríos, Acosta, & Rieradevall, 2015).

Sin embargo, los estudios realizados hasta la fecha en los ecosistemas acuáticos colombianos, solo logran identificar las familias de macroinvertebrados acuáticos que favorecen la bioindicación de la calidad del agua (Roldán, 1999). Por tal razón, el siguiente proyecto pretende caracterizar las especies de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, con el fin de obtener información específica de las condiciones hídricas, ambientales y ecológicas del ecosistema en estudio.

Área de estudio

El piedemonte es una parte de terreno cuya altura sobre esta sobre el nivel de mar a 200 y los 100 metros; está situado antes del encubrimiento de la cordillera oriental, el piedemonte acumula los mejores suelos por ser menos propenso a las inundaciones y por acumulación de nutrientes provenientes de la partes altas de la cordillera; El piedemonte es una extensión de la selva aladaña orinoquense y a su vez una extensión de la selva amazónica (Zorro, 2007).

Se denomina piedemonte llanero al área de límite y transición entre las altas montañas de las cordilleras y las planicies de los llanos orientales (Martínez, 2006). Esta zona se caracteriza por su abundancia y diversidad de especies de plantas y animales, debido a la alta pluviosidad y fertilidad del ecosistema (Fajardo, y otros, 1998).

El Municipio de Acacias se encuentra ubicado en la parte central de la Republica de Colombia, sobre el llamado Piedemonte Llanero, en la zona Noroccidental del Departamento del Meta; posee una extensión territorial aproximada de 1.129 Kilómetros cuadrados (Alcaldia Municipal de Acacias, 2015).

Limita por el Norte, con el Municipio de Villavicencio Capital del departamento del Meta, alinderado por el Río Negro o parte alta del Río Guayuriva, por el Oriente, limita a través de las veredas Dinamarca y San José de las Palomas con el municipio de San Juan de Arama, por el Occidente con el municipio de Quetame y un sector del Parque Sumapaz, por el sur con el municipio de Castilla la Nueva, por el Sur Occidente con el municipio de Guamal y por el Noroccidente con el municipio de Cubarral y el departamento de Cundinamarca (Alcaldia Municipal de Acacias, 2015).

El municipio de Acacias tiene una oferta hídrica alta debido a que posee numerosos cuerpos de agua, entre ellos, uno de los más importantes es el río Acacias, el cual cruza tanto el área urbana como el área rural del municipio. Sin embargo, en el sector urbano, se presenta contaminación por vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos en el río Acacias (CORMACARENA, 2006) .

Entre las características del río Acacias se puede los suelos poseen moderadamente bajo potencial de esorrentía. La condición hidrológica de la cuenca es regular el porcentaje de cubrimiento de bosques en la cuenca es menor de 50% del área. La humedad, que se obtiene del análisis diario de la lluvia, indica que pueden presentarse eventos máximos de lluvia con valores de precipitación acumulada entre 14.7 cm y 58.5cm, es decir alto grado de humedad. La distribución por áreas del uso la cuenca contaba con: 30% de bosques, 55% de Pasto, 10% de matorrales y 5% de cultivos, El flujo base, es decir el caudal que permanece en la corriente durante la época de estiaje es 0.3 m³/s (Alcaldia Municipal de Acacias, 2015). Los parámetros morfométricos como área, longitud, elevación y pendiente se muestran en la *Tabla 1*.

Tabla 1 Parámetros morfométricos del Río Acacias (Alcaldia Municipal de Acacias, 2015)

Parámetro	Río acacias
Cota (m.s.n.m.)	600
Longitud de la corriente (Km)	9
Area de la cuenca (Km ²)	15,7
Elevacion del punto de control (m.s.n.m.)	600
Cota superior (m.s.n.m.)	1.800
Caida (m)	1.200
Pendiente (%)	13,3

La flora del municipio, es variada si se tiene en cuenta que en la región se tiene variedad de pisos térmicos que están interrelacionados con el paisaje, en este sentido se tienen vegetación de cordillera, de piedemonte, vegetación de galería y de terrazas (Alcaldía Municipal de Acacias, 2015).

METODOLOGÍA

FASE DE CAMPO

Para la identificación del área se reconocieron características propias del cuerpo de agua, tales como la velocidad del agua (lenta, media y rápida); además la profundidad no mayor a los 50 cm, una inclinación menor a 45° y un área de 10 metros aproximadamente. La medición de las variables físico químicas se realizaron in situ, usando un multiparámetros Hanna (HI 98129) se registraron los datos de la temperatura (0,1 °C), sólidos disueltos totales (1 ppm TDS), pH (0,01 pH), conductividad eléctrica (1 µS/cm EC), en cada punto de muestreo, para conocer la velocidad del agua se usó un Flujómetro/Anemómetro Flowatch (JDCE-FLOWATCH) el cual presenta un límite mínimo de detección < 0,3 km/h o < 0,1m/s, en este estudio se usó el valor de m/s, para la medición del caudal en cada estación, se usó la metodología propuesta por (Hudson, 1997).

Los macroinvertebrados fueron colectados usando una red Surber de 300 µm, en tres estaciones en la cuenca alta del río Acacias E1 (3°57'215" N 73°47'722" W) E2 (3°57'306" N, 73°47'192" W) y E3 (3°57'612" N, 73°46'936" W) (Garmin, Oregon 550t). Una vez en el punto de trabajo se tomó información 50 m arriba y abajo, estas muestras se componían de tres lanzamientos de 10 minutos de duración, que se distribuyeron de acuerdo con la importancia relativa de los diferentes microhábitats encontrados en cada sitio como (el área

total muestreada fue de 43200 cm²), tipo de sustrato (arenoso, rocoso), vegetación (sumergida o flotante), velocidad del agua (lenta, media y rápida) y profundidad entre los 30 y los 50 cm, pero nunca mayor a 70 cm. El contenido de la red era depositado en bandejas plásticas lisas donde fue separado y permitía la recolección de forma manual de los macroinvertebrados por medio de pinceles finos, los ejemplares colectados eran depositados en frascos (100 ml) rotulados y se conservaron en etanol al 98 %, las muestras fueron trasladadas a los laboratorios de la Universidad Santo Tomás Villavicencio.

FASE DE LABORATORIO

Se realizó la identificación de macroinvertebrados hasta el nivel de género en la mayoría de los casos usando bibliografía especializada (Ruiz-Moreno, Ospina-Torres, & Riss, 2000); (Domínguez & Fernández, 2009); (Ramírez, 2010); (Prat & Rieradevall, 2011); (Hamada, Nessimian, & Querino, 2014); (Prat, González-Trujillo, & Ospina-Torres, 2014); (Gutiérrez & Dias, 2015).

FASE DE GABINETE

A partir de la información colectada se estimó la abundancia para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, además se determinaron los índices de diversidad de Shannon-Weaver, equitatividad de Pielou, dominancia y la riqueza se estableció con el índice de Margalef, utilizando el programa Past V3.2. Se determinó la ordenación de las variables físicas y químicas por medio de un Análisis de Componentes Principales (ACP), la asociación entre las variables biológicas (abundancia de géneros) y las variables físicas y químicas se estableció mediante análisis de correlación de Pearson, teniendo en cuenta solo

valores estadísticamente significativos, usando el paquete SPSS 24 (número de licencia 5724323).

ACTIVIDADES DE FORMACIÓN REALIZADAS

Dentro del proyecto se generó un espacio de formación especializado por medio de un curso de identificación de macroinvertebrados acuáticos típicos del Meta, este curso fue dictado por la bióloga Diana Paola Osorio Ramírez, el contenido programático del curso se presenta en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Contenido programático del curso Taxonomía de macroinvertebrados acuáticos.

Día	Fecha	Tema	Actividad
1	30 de marzo	Generalidades de los Macroinvertebrados: Definición, el hábitat, bio-indicación, Estado de su conocimiento en Colombia, Morfología Externa 1	Presentación oral
2	6 de abril	Morfología Externa 2, Principales grupos, Identificación a nivel de orden (uso de claves dicotómicas)	Presentación oral Trabajo de laboratorio
3	19 de abril	Identificación de familias del orden Trichoptera	Presentación oral Trabajo de laboratorio
4	20 de abril	Identificación de familias del orden Ephemeroptera	Presentación oral Trabajo de laboratorio
5	27 de abril	Identificación de familias del orden Coleoptera Charla divulgativa, sobre experiencias de investigación, Perspectivas futuras	Presentación oral Trabajo de laboratorio

Este curso tuvo la participación de los estudiantes del semillero ZOKAY quienes participaron no solo en las actividades de campo sino también en la identificación de algunos organismos por medio del curso de taxonomía.

RELACIÓN CON EL CURRÍCULO

El proyecto de macroinvertebrados acuáticos hace parte del fortalecimiento de la línea de investigación “Conocimiento, conservación y uso sostenible de recursos naturales” la cual está directamente relacionada con temas de investigación en el área de biología, ecología y refuerza los conocimientos de materias como técnicas de campo y métodos de

investigación, estos espacios académicos hacen parte de la malla curricular de la Facultad de Ingeniería Ambiental, por lo tanto genera conocimientos extra y de gran valor en el fortalecimiento de los procesos académicos e investigativos de los estudiantes de este programa, sumado a esto la participación de estudiantes en eventos nacionales relacionados con la temática complementa la formación universitaria y científica de los estudiantes del semillero.

RESULTADOS

Macroinvertebrados acuáticos bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados estuvo representada por ocho ordenes dentro de los cuales los más importantes fueron Coleoptera, Ephemeroptera y Trichoptera, se registraron 10 familias de las que se destacan Leptophlebiidae y Perlidae, se identificaron 17 géneros siendo los más importantes *Farrodes* Peters, 1971, *Anacroneuria* Klapálek, 1909, *Americabaetis* Kluge, 1992 y *Camelobaetidius* Demoulin, 1966, en total se observaron 278 individuos en todos los muestreos realizados, sin embargo dentro de este valor se presentaron 10 organismos de los cuales nueve solo se pudieron ubicar en el nivel de familia y uno a orden, por la falta de información y dificultad para su identificación (*Tabla 3*). En cuanto a las estaciones la E1 presentó un valor de 202 ind/m² que corresponde al 73 %, en segundo lugar, está la E2 con 22 ind/m² con el 22 % y la E3 donde se colectaron 15 ind/m² representando el 5 % de la información.

Tabla 3. Abundancia de individuos/m² de macroinvertebrados acuáticos registrados en las estaciones de muestreo.

Orden	Familia	Género	Estaciones			Total
			E1	E2	E3	
Annelida			1	0	0	1

Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i>	7	0	0	7
		<i>Austrolimnius</i>	0	2	0	2
		<i>Gyrelmis</i>	0	1	0	1
		<i>Macrelmis</i>	3	0	0	3
		<i>Noelmis</i>	2	9	1	12
Diptera	Psephenidae		0	2	0	2
	Chironomidae	<i>Paraheptagyia</i>	0	1	0	1
		<i>Pseudochironomus</i>	0	3	0	3
			3	2	1	6
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	22	2	0	24
		<i>Camelobaetidius</i>	16	2	3	21
		<i>Prebaetodes</i>	2	0	0	2
	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	90	16	3	109
Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i>	0	1	0	1
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	48	17	5	70
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	4	2	0	6
		<i>Smicridea</i>	1	0	1	2
			1	0	0	1
	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i>	0	1	0	1
Trombidiformes	Limncharidae	<i>Rhyncholimnchares</i>	2	0	1	3
Total			202	61	15	278

La familia más abundante fue Leptophlebiidae (39,21 %) seguida de Perlidae (25,18 %), otras familias importantes fueron Baetidae (16,91 %) y Elmidae (8,99 %), el género *Farrodes* fue el más abundante con 109 ind/m² representando el 31,21 %, en segundo lugar, esta *Anacroneuria* con 70 ind/m² que equivale a un 25,18 %, otros géneros importantes fueron *Americabaetis* con 24 ind/m² (8,63 %) y *Camelobaetidius* con 21 ind/m² (7,55 %). Así mismo se registraron géneros como *Paraheptagyia* Brundin, 1966 y *Lepidostoma* Rambur, 1842 que solo se colectó un individuo representando el 0,36 % para cada uno.

Los resultados obtenidos por estación muestran que los individuos del género *Farrodes* fueron colectados en mayor número en aguas rápidas (velocidad entre 0,47 y 1,11 m/s) en los tres puntos de muestreo, estas se caracterizaron por presentar valores promedio de profundidad $0,36 \pm 0,04$ m, conductividad $10,11 \pm 0,96$ µS/cm, sólidos disueltos totales 4,22

$\pm 0,64$ ppm, temperatura $23,5 \pm 0,38$ °C y pH $6,63 \pm 0,19$, esta situación la comparte con el género *Anacroneuria* que también estuvo bien representado en número de individuos en aguas rápidas. En tercer lugar, aparece en género *Americabaetis* pero a diferencia de los dos primeros este fue más abundante en aguas lentas en los tres puntos, donde se presentaron velocidades entre 0,19 y 0,5 m/s, estos se caracterizaron por presentar valores promedio de profundidad $0,22 \pm 0,04$ m, conductividad $14 \pm 1,78$ μ S/cm, sólidos disueltos totales $6,5 \pm 0,87$ ppm, temperatura $23,5 \pm 0,4$ °C y pH $7,26 \pm 0,43$, en el caso del género *Camelobaetidius* su presencia fue registrada con valores similares en todo los puntos de muestreo.

Variables físicas y químicas

La conductividad fluctuó entre 4 y 22 μ S/cm, estando el valor más bajo en la E1 y el más alto en E2 respetivamente, el valor promedio estuvo en $10,54 \pm 0,56$, con respecto a los sólidos disueltos totales los valores variaron entre 1 y 13 ppm, el más alto se registró en las E1 y E2 así como los valores mínimos, el dato promedio fue de $5,07 \pm 0,34$, la temperatura del agua fluctuó entre 21,5 y 25,3 °C, el valor más bajo se registró en la E1 mientras que el más alto en la E2, la temperatura promedio fue de $23,6 \pm 0,16$, en el caso del pH se registraron valores entre 5,23 y 8,49, ambos se presentaron en la E1, el promedio fue de $6,58 \pm 0,11$, la velocidad del agua fluctuó entre 0,06 y 1,11 m/s, el valor más bajo se registró en todas las estaciones mientras que el más alto en la E1, el promedio fue de $0,48 \pm 0,04$, finalmente la profundidad mostro valores entre 0,12 y 0,68 m, el más bajo se presentó en la E1 y el más alto en la E3, presentando un promedio de $0,33 \pm 0,02$ (Tabla 4). En cuanto a la medición del caudal para la E1 el valor fue de 2,56 m³/s, para la E2 de 1,59 m³/s y para la E3 fue de 2,36 m³/s.

Tabla 4. Datos físicos y químicos durante los muestreos en el río Acacias.

Variable	Estación	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	E1	9,97	3,75	0,38	4,00	18,00
	E2	11,92	4,08	0,34	7,00	22,00
	E3	10,67	4,08	0,38	6,00	16,00
Solidos Disueltos Totales ppm	E1	4,80	1,88	0,39	1,00	13,00
	E2	5,52	3,49	0,63	1,00	13,00
	E3	5,50	1,87	0,34	3,00	8,00
Temperatura $^{\circ}\text{C}$	E1	23,23	1,06	0,05	21,50	25,10
	E2	24,14	1,00	0,04	22,50	25,30
	E3	24,40	0,11	0,004	24,30	24,60
pH	E1	6,47	0,79	0,12	5,23	8,49
	E2	6,99	0,64	0,09	6,00	8,10
	E3	6,38	0,51	0,08	5,81	7,09
Velocidad m/s	E1	0,54	0,29	0,54	0,06	1,11
	E2	0,38	0,26	0,68	0,06	1,00
	E3	0,38	0,28	0,75	0,06	0,72
Profundidad m	E1	0,30	0,30	1,00	0,12	0,50
	E2	0,34	0,15	0,43	0,16	0,60
	E3	0,46	0,17	0,37	0,25	0,68

Análisis ecológicos y estadísticos

El ACP indica que la fluctuación entre las variables fisicoquímicas puede explicarse por los dos primeros componentes 59,470 %, el primer componente muestra una organización influenciada por los sólidos disueltos totales en aguas de velocidad media y rápidas de forma positiva, también aparece la profundidad de aguas rápidas como importante en este componente pero el valor es negativo, sumado a esto aparece la conductividad como aspecto importante y se ve representado en aguas lentas, medias y rápidas. Para el segundo componente el aspecto más relevante fue la temperatura en aguas con velocidad lenta y media, seguida por el pH de aguas de velocidad media y rápidas de forma negativa.

Los índices ecológicos mostraron que en términos de diversidad de Shannon-Weaver la E2 fue la más diversa con un valor de 1,91 seguida de la E3 con 1,59 y la E1 con 1,57, la riqueza de Margalef tuvo un comportamiento similar ya que la E2 tuvo el mayor valor 2,72 seguida de la E3 y E1 ambas con 1,89 respectivamente, la equitatividad soporto la información de los anteriores índices ya que la E2 presentó el mayor valor 0,77 seguido por la E3 con 0,88 y la E1 con 0,65, por el contrario la dominancia fue mayor en la E1 con un valor de 0,28 seguida de la E3 con 0,23 y por último la E2 con 0,2.

Por medio del análisis de correlaciones se pudo determinar para el género *Farrodes* que la mejor correlación se presentó con la conductividad en aguas de velocidad media registrando un 76,3 % ($p = 0,01$), seguido de la conductividad en aguas media con un valor de 53,9 % ($p = 0,05$), pH en aguas lentas correlacionado en un 51 % ($p = 0,05$). En el caso del género *Anacroneuria* la correlación se presentó con la variable pH en aguas lentas con un valor de 70 % ($p = 0,01$), algo similar ocurre con el género *Americabaetis* el cual estuvo correlacionado con la variable conductividad de aguas con velocidad media con un valor de 51,8 % ($p = 0,05$), finalmente el género *Camelobaetidius* el cual presentó correlación con respecto a la variable de pH en aguas rápidas de 52,5 % ($p = 0,05$).

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO ACTUAL O POTENCIAL DE LOS RESULTADOS: APORTE A LA REGIÓN, APORTE A LA INSTITUCIÓN, APORTE AL DESARROLLO DEL PAÍS, DE CONTRIBUCIÓN A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS Y DE FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD CIENTÍFICA.

En el ámbito regional este proyecto ha generado información importante como aporte al conocimiento de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de ríos del piedemonte

llanero, en el área de estudios (río Acacias) es escasa la información de investigación formal de este tipo de grupos de organismos acuáticos, determinar que ordenes, familias y géneros son comunes y recurrentes en este ecosistema lotico, es relevante para posteriores análisis ecológicos, ya que esta información permite conocer un poco mas de la biota asociada a estos ecosistemas y aporta información biológica importante para reconocer el estado de conservación de estos ecosistemas, que son de vital importancia para el balance hídrico no solo del municipio de Acacias sino de los municipios a los cuales aporta esta cuenca.

Con respecto a los avances en investigación de la Universidad Santo Tomás Villavicencio, es el primer proyecto de esta temática desarrollado, es un campo de trabajo que en el departamento del Meta es muy importante ya que permite determinar la calidad de los ecosistemas loticos (ríos) y permite inferir sobre los posibles efectos que causan las actividades antrópicas realizadas en la región sobre estos sistemas biológicos. Este trabajo fortalece la labor y el énfasis de investigación del grupo GRINBIC aportado de manera directa con productos COLCIENCIAS para posteriores categorizaciones, ya que el producto central que es el artículo científico derivado de la investigación, estará enfocado de tal manera que cumpla con los estándares de calidad de las revistas indexadas nacionales.

PROBLEMAS ENCONTRADOS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO: (TANTO INTERNOS COMO EXTERNOS)

En el ámbito biológico y ecológico el factor climático es muy importante y determina el éxito o fracaso de una investigación, es por esto que si las condiciones climáticas no lo permiten simplemente este tipo de propuestas no pueden realizarse, ya que las condiciones

de seguridad no solo del personal sino también de los equipos esta como prioridad, pero esto depende de factores no controlados como es el clima regional y nacional convirtiéndose en el principal obstáculo para cumplir con el cronograma de actividades de proyectos ecológicos en ríos de piedemonte llanero. En cuanto a la parte administrativa en algunos momentos del proceso los tiempos de desembolso y las actividades administrativas pueden retrasar un poco el ritmo de la investigación, sin embargo, se puede aclarar dicha situación y no afectar de manera permanente los procesos investigativos.

CONCLUSIONES

- El estudio de macroinvertebrados acuáticos permite identificar grupos de organismos importantes para la transferencia de energía en ecosistemas loticos, en este estudio se determinó que el género más abundante de macroinvertebrados bentónicos acuáticos dentro del rango de mayores a 300 micras es *Farrodes*, este organismo se caracteriza por presentarse en sistemas de amplio rango altitudinal, siendo un detritívoro raspador y desmenuzador consumiendo principalmente detritus y materia orgánica, siendo común en zonas rápidas en ríos de montaña, pero generalmente está presente en todo el recorrido del río, indicando nivel medio de diversidad y dominancia de un grupo trófico.
- Otros géneros que fueron importantes en cuanto a su abundancia fueron *Anacroneuria*, *Americabaetis* y *Camelobaetidius*, esto se presentaron en las tres estaciones de muestreo y su abundancia fue relativamente alta con respecto a los ejemplares colectados. La presencia de estos organismos soporta la idea de que este ecosistema presenta condiciones favorables para el establecimiento de la comunidad

de macroinvertebrados bentónicos acuáticos, ya que las variables físicas y químicas así lo sustentan.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. (2009). *ESTUDIO DE LA CUENCA ALTOANDINA DEL RÍO CAÑETE (PERÚ): DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE SUS CABECERAS CÁRSTICAS*. Barcelona: Tesis doctoral, Universitat de Barcelona. Obtenido de <http://www.dbbe.fcen.uba.ar/contenido/objetos/MetalespesadosylarvasdeQuironmidosDiptera.pdf>
- Alcaldía Municipal de Acacias. (23 de Enero de 2015). *PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL – MUNICIPIO DE ACACIAS*. Obtenido de Fase 1 Formulación - Etapa 2 Diagnóstico - Sistema Biofísico: http://www.acacias-meta.gov.co/apc-aa-files/31303964323335643930616533316262/DIAGNOSTICO_BIOF_SICO.pdf
- Bernal, E., García, D., Novoa, A., & Pinzón, A. (2006). Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Paloblanco de la Cuenca del río Otún (Risaralda, Colombia). *Acta Biológica Colombiana. Bogotá* , Vol. 11 no. 2.
- Capó, M. (2007). *Principios de ecotoxicología*. Tébar Flores, S.L.
- CORMACARENA. (2006). *Agenda Ambiental*. Obtenido de Municipio de Acacias: http://www.acacias-meta.gov.co/apc-aa-files/30373335666231373334643230663138/AGENDA_AMBIENTAL_ACACIAS.pdf
- De La Lanza, E., Hernandez, S., & Carbajal, J. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Mexico: Plaza y Valdés, S.A de C.V.
- De La Rosa, C. (1997). Chironomidae. En A. Solís, *Las Familias de Insectos de Costa Rica*. INBio. Obtenido de <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto197.html>
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, Sistemática y biología, Tucuman*. Fundación Miguel Lillo.
- Dudgeon, D., Mathooko, J., Cressa, C., & Jeacobsen, D. (2008). Tropical Stream Ecology . *ScienceDirect*, 65 - 105.
- Fajardo, D., Domínguez, C., Molano, J., Rancel, O., Defler, T., Rodríguez, J., . . . Pérez, L. (1998). *Colombia Orinoco*. Bogotá: FEN Colombia.
- González, S., Ramirez, Y., Meza, A., & Dias, L. (2012). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua de quebradas abastecedoras del municipio de Manizales. *Boletín científico, Centro de museos, Museo de Historia Natural. Manizales*, Vol. 16 no. 2 135-148.
- Gutiérrez, Y., & Dias, L. G. (2015). Ephemeroptera (Insecta) de Caldas – Colombia, claves taxonómicas. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 55(2), 13-46.

- Hamada, N., Nessimian, J. L., & Querino, R. B. (2014). *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia, Manaus*. Manaus: Editora do INPA.
- Hudson, N. W. (1997). *Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía, (Boletín de Suelos de la FAO - 68)*. Roma: Editorial FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. (1996). *IV Simposio del agua en Andalucía, Volumen 2*. Madrid: San Sebastian de los Reyes.
- Mancilla, G., Valdovinos, C., Azocar, M., Jorquera, P., & Figueroa, R. (2009). Replacement of riparian native vegetation on benthic macroinvertebrates community in temperate climate streams, Central Chile. *Scopus*, Volume 19, Issue 3, Pages 193-203.
- Martínez, J. (2006). Structural evolution of the Llanos foothills, Eastern Cordillera, Colombia. *Journal of south American Earth Sciences*, Volume 21, Issue 4, Pages 510-520.
- Morales, M. (2005). *ciccp*. Obtenido de http://www.ciccp.es/biblio_digital/lcitema_III/congreso/pdf/010101.pdf
- Prat, N., & Rieradevall, M. (2011). *Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos Altoandinos de Ecuador y Perú, clave para la determinación de los géneros, Barcelona*. Barcelona: Grupo de Investigación F.E.M. Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona.
- Prat, N., González-Trujillo, J. D., & Ospina-Torres, R. (2014). Clave para la determinación de exuvias pupales de los quironómidos (Diptera: Chironomidae) de ríos altoandinos tropicales. *Rev, Biol, Trop*, 62(4), 1385-1406.
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (25 de Junio de 2015). *Macroinvertebrados Bentónicos Suamericanos*. Obtenido de Los Macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas: <http://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf>
- Ramírez, A. (2010). Odonata. *Rev, Biol, Trop*, 58(4), 97-136.
- Rojas, O. (30 de Agosto de 2006). *Manual Básico para Medir Caudales*. Obtenido de FONAG, Fondo para la protección del agua: <http://www.bivica.org/upload/medir-caudales-manual.pdf>
- Roldán, G. (1992). *Fundamentos de limnología neotropical*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (1999). Los Macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Acad. Colomb. Cienc*, 23(88), 375-387.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia*. Antioquia: Universidad de antioquia.
- Ruiz-Moreno, J. L., Ospina-Torres, R., & Riss, W. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá II, subfamilia Chironominae. *Caldasia*, 22(1), 15-33.

- Toro, D., Grajales, A., Duque, G., Serna, L., & Mahn-vonHessberg, C. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. *Boletín científico, Centro de museos, Museo de Historia Natural. Manizales*, Vol. 13 no. 2.
- Villada, A. (30 de Agosto de 2014). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Documentación de los manuales para la toma de muestra de calidad del agua y vertimientos, realizados por la Corporación Autónoma Regionar de Risaralda - CARDER: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4558/1/628161V712.pdf>
- Villamarín, C. (2008). *Universidad de Barcelona*. Obtenido de Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos del Ecuador y Perú. Diseño de un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos.: http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/83923/CPVF_TESIS.pdf?sequence=1
- Wallace, J., & Webster, J. (1996). The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual Review of Entomology*, 115 - 139.
- Zorro, J. (2007). *Anuros de piedemonte llanero: diversidad y preferencias de microhábitat*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universdad Javeriana. Obtenido de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/8941/1/tesis88.pdf>