

**IMPORTANCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA DIETA
NATURAL DE *Prochilodus reticulatus* (STEINDACHNER, 1878) Y *Pimelodus
grosskopfii* (STEINDACHNER, 1879), EN EL RÍO CAUCA, ENTRE EL SITIO DE
PRESA DEL EMBALSE LA SALVAJINA Y PUENTE LA BALSA,
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

ERIKA ZULEYNER SARZOSA CUELLAR

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2002**

**IMPORTANCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA DIETA
NATURAL DE *Prochilodus reticulatus* (STEINDACHNER, 1878) Y *Pimelodus
grosskopfii* (STEINDACHNER, 1879), EN EL RÍO CAUCA, ENTRE EL SITIO DE
PRESA DEL EMBALSE LA SALVAJINA Y PUENTE LA Balsa,
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

ERIKA ZULEYNER SARZOSA CUELLAR

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

DIRECTOR: Mg. HILLDIER ZAMORA GONZÁLEZ

CODIRECTOR: Mg. GUILLERMO LEÓN VÁSQUEZ ZAPATA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

POPAYÁN

2002

Nota de Aceptación

Director: Hildier Zamora González

Codirector: Guillermo Vásquez Z.

Jurado: Rosaura Bermúdez Ayala

Jurado: Carlos Yamil Alzate

Fecha de sustentación: Popayán, 13 de Febrero de 2002

Este trabajo va dedicado al ser que guía mi corazón, a la mujer que más admiro por su valor y fortaleza para enfrentar la vida. Mi Madre. Porque gracias a sus esfuerzos y cariño logre culminar esta primera etapa de mi vida. A la memoria de mi Padre. Y a todas aquellas personas que con su amor y paciencia me acompañaron en este largo recorrido.

Gracias.

Erika Zuleyner Sarzosa Cuéllar

AGRADECIMIENTOS

Al ser que guía mi corazón por iluminar cada paso que doy , y darme el valor suficiente de seguir cumpliendo mis metas, a pesar de las adversidades.

A Mg. Hildier Zamora González, mi maestro, quiero dar las gracias de manera muy especial, por que no sólo me apporto toda su sabiduría para realizar este trabajo, sino que además me ha llenado de fortaleza con su experiencia para enfrentarme al largo camino que apenas comienza.

A Mg. Guillermo León Vásquez Zapata, por el aporte de sus conocimientos, y por que además de ser un gran profesor, fue mi guía y mi amigo.

A mis compañeros y amigos de Recursos Hidrobiológicos Continentales, que facilitaron mi trabajo, en muchas ocasiones.

A la Profesional Rosaura Bermúdez de la C.R.C y al Licenciado Carlos Alzate por sus aportes y colaboración para la culminación de este trabajo.

A mis buenos amigos, por estar siempre a mi lado, y brindarme su apoyo.

A mi Madre, mis hermanas, y toda mi familia, por que cada uno con su cariño, esfuerzo y paciencia, me apoyaron durante estos últimos años, en todo. Dios los bendiga.

A Julián Andrés Pazos Marin, por su amor, comprensión y consejos que me han impulsado para lograr mis metas.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVOS

- 1.1. OBJETIVO GENERAL**
- 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

2. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

3. MARCO TEÓRICO

- 3.1. DIETAS NATURALES EN PECES**
- 3.2. MORFOLOGÍA DE LAS ESPECIES**
 - 3.2.1. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA**
 - 3.2.2. MORFOLOGÍA EXTERNA**
- 3.3. GENERALIDADES DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

4. METODOLOGIA

- 4.1. FASE DE CAMPO1**
 - 4.1.1. TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS ÍCTICAS**
- 4.2. FASE DE LABORATORIO**
 - 4.2.1. TRATAMIENTO MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**
 - 4.2.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA**
 - 4.2.3. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE AGUAS MEDIANTE EL ÍNDICE BMW P**

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. MORFOLOGÍA EXTERNA DE LAS ESPECIES ICTICAS

- 5.1.1. *Pimelodus grosskopfii* (Barbudo)
- 5.1.2. *Prochilodus reticulatus* (Bocachico)

5.2. MORFOLOGÍA INTERNA

- 5.2.1. *Pimelodus grosskopfii*
- 5.2.2. *Prochilodus reticulatus*

5.3. DISTRIBUCIÓN Y ALGUNOS ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LAS ESPECIES 45

- 5.3.1. *Pimelodus grosskopfii* (Barbudo)
- 5.3.2. *Prochilodus reticulatus* (Bocachico)

5.4. ANÁLISIS DIGESTIVOS

- 5.4.1. *Prochilodus reticulatus*
- 5.4.2. *Pimelodus grosskopfii*

5.5. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS 47

5.6. MORFOLOGÍA EXTERNA POR ORDEN, DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

- 5.6.1. TRICÓPTERA
- 5.6.2. DÍPTERA
- 5.6.3. COLEÓPTERA
- 5.6.4. EFEMERÓPTERA
- 5.6.5. ODONATA
- 5.6.6. NEURÓPTERA
- 5.6.7. LEPIDÓPTERA

5.7. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LOS ORDENES DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

- 5.7.1. TRICÓPTERA
- 5.7.2. DÍPTERA
- 5.7.3. EFEMERÓPTERA
- 5.7.4. COLEÓPTERA
- 5.7.5. ODONATA
- 5.7.6. LEPIDÓPTERA
- 5.7.7. NEURÓPTERA

5.8. HÁBITAT Y CARÁCTER BIOINDICADOR DE LOS GÉNEROS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PRESENTES EN LOS CONTENIDOS ESTOMACALES OBSERVADOS

- 5.8.1. ORDEN TRICÓPTERA
 - 5.8.1.1. Género *Leptonema*
 - 5.8.1.2. Género *Smicridea*
 - 5.8.1.3. Género *Atanatolica*
 - 5.8.1.4. Género *Triplectides*
- 5.8.2. ORDEN DÍPTERA
 - 5.8.2.1. Género *Limonia*
 - 5.8.2.2. Género *Chironomus*
- 5.8.3. ORDEN COLEÓPTERA
 - 5.8.3.1. Género *Macrelmis*
 - 5.8.3.2. Género *Anchytarsus*
 - 5.8.3.3. Género *Berosus*
- 5.8.4. ORDEN EFEMERÓPTERA
 - 5.8.4.1. Género *Baetodes*
 - 5.8.4.2. Género *Terpides*

- 5.8.5. ORDEN ODONATA
- 5.8.5.1. Género *Macrothemis*
- 5.8.6. ORDEN LEPIDÓPTERA
- 5.8.6.1. Familia *Piralidae*
- 5.8.7. ORDEN NEURÓPTERA
- 5.8.7.1. Género *Corydalus*
- 5.9. ANÁLISIS DE LOS ÍNDICES PARA MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS 62**
- 5.10. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA**
- 5.11. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE AGUAS MEDIANTE EL
ÍNDICE BMWP**

6. CONCLUSIONES

7. RECOMENDACIONES

8. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Hábitats y estado de vida para ordenes de macroinvertebrados acuáticos.	16
TABLA 2. Niveles de bioindicación de las familias de macroinvertebrados acuáticos y su respectiva puntuación, de acuerdo con la adaptación realizada para Colombia del sistema para determinación del índice de monitoreo biológico Biological Monitoring Working Party Score System (Índice BMWP) Zamora, 1999.	26
TABLA 3. Clases, valores y características para las aguas clasificadas mediante el índice BMWP adaptado para Colombia Zamora, 1999.	28
TABLA 4. Promedio de tallas y pesos de <i>Pimelodus grosskopfii</i> capturados.	30
TABLA 5. Promedio de tallas y pesos para <i>Prochilodus reticulatus</i> capturados.	32
TABLA 6. Número de macroinvertebrados acuáticos encontrados en <i>Pimelodus grosskopfii</i> .	36
TABLA 7. Identificación taxonómica de macroinvertebrados acuáticos muestreados.	37
TABLA 8. Orden, familia y género de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el contenido de <i>Pimelodus grosskopfii</i> .	51
TABLA 9. Orden, familia y género de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el contenido estomacal de <i>P. grosskopfii</i> .	55
TABLA 10. Porcentaje en número (CN) y Porcentaje de Frecuencia (F) Para Orden, Familia Y Género De Macroinvertebrados acuáticos.	56
TABLA 11. Análisis Físicoquímico del agua.	59
TABLA 12. Carácter bioindicador de macroinvertebrados encontrados en el contenido estomacal de <i>P. grosskopfii</i> .	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Vista panorámica de la zona de estudio	5
FIGURA 2. Mapa de localización del área de estudio	7
FIGURA 3. Área de estudio sitio de presa. Embalse La Salvajina – puente la Balsa.	9
FIGURA 4. Muestreo general de las especies ícticas.	20
FIGURA 5. Vista dorsal de la especie íctica <i>Pimelodus grosskopfii</i> .	30
FIGURA 6. Vista dorsal de la especie íctica <i>Prochilodus reticulatus</i> .	31
FIGURA 7. Disección de la especie íctica <i>Pimelodus grosskopfii</i> .	33
FIGURA 8. Disección de la especie íctica <i>Prochilodus reticulatus</i> .	34
FIGURA 9. Morfología externa de un Tricóptero del género <i>Leptonema sp.</i>	38
FIGURA 10. Morfología externa de un Díptero del género <i>Chironomus sp.</i>	39
FIGURA 11. Morfología externa de un Coleóptero del género <i>Eteretelmis sp.</i>	40
FIGURA 12. Morfología externa de un Efemeróptero del género <i>Lachlania sp.</i>	41
FIGURA 13. Morfología externa de un Odonato del género <i>Brechmorhoga. Sp.</i>	42
FIGURA 14. Morfología externa de un Neuróptero del género <i>Corydalus sp.</i>	43
FIGURA 15. Muestreo general de macroinvertebrados acuáticos.	43
FIGURA 16. Porcentaje de frecuencia (F) para ordenes de macroinvertebrados acuáticos muestreados.	51
FIGURA 17. Porcentaje de frecuencia (F) para familias de macroinvertebrados acuáticos muestreados.	52
FIGURA 18. Porcentaje de frecuencia (F) para géneros de macroinvertebrados	

	acuáticos muestreados.	53
FIGURA 19.	Porcentaje en número (CN) de los ordenes de macroinvertebrados acuáticos muestreados.	53
FIGURA 20.	Porcentaje en número (CN) de las familias de macroinvertebrados acuáticos muestreados.	54
FIGURA 21.	Porcentaje en número (CN) de los géneros de macroinvertebrados acuáticos muestreados.	54

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. Tabla general de datos biométricos y gravimétricos de la especie 70
íctica *Pimelodus grosskopfii*.

GLOSARIO

APODA: Desprovisto de patas.

ÁPTEROS: Desprovisto de alas.

CAMPODEIFORMES: Con forma de tisanuro.

DESOVAN: Que ponen los huevos.

EFÍMERAS: Ninfas de Efemerópteros. De corta vida.

EMARGINADA: Dícese de las aletas, especialmente la caudal, cuando su borde posterior es entrante, con una concavidad.

ERUCIFORMES: O campodeiformes. Forma de tisanuro.

ESPIRÁCULOS: En insectos, abertura externa del sistema traqueal o respiratorio. En los peces primera hendidura branquial.

EURITÉRMICA: Que se adaptan a cualquier cambio en la temperatura del medio donde viven.

FANERÓGAMAS: vegetales que están caracterizados por un tallo aéreo, más o menos aparente.

FURCA: Proceso en forma de horquilla como el último segmento abdominal de ciertos crustáceos y como el que forma parte del saltador de los colémbolos.

HOLOMETÁBOLOS: Insectos con metamorfosis completa.

IMAGO: adulto recién emergido.

PLASTRÓN: Adaptación morfológica de ciertos hemípteros y coleópteros para mantener una reserva extra de aire.

PERIFITON: Animales y vegetales adheridos a tallos y hojas de plantas acuáticas enraizadas o que se adhieren a otras superficies.

OROTACTIL: Con sensibilidad en la boca.

SAPRÓFAGOS: Que se alimentan en general de materia orgánica en descomposición.

SUBIMAGO: Estadio que posibilita al individuo a llegar a las medidas definitivas.

TRAQUEOBRANQUIAS: Expansión general lateral, de algunas larvas, recorrido por branquias, de función respiratoria, suele ser móvil.

TISANURIFORMES: Protoinsecto áptero que aparece frecuentemente en lugares más calientes de las casas, donde otros no pueden vivir. Tiene tres apéndices caudales.

VERMIFORME: Con aspecto de verme o gusano, dicese de la larva sin patas o de patas cortas que se arrastran con movimiento del cuerpo.

RESUMEN

El presente trabajo pretende determinar la importancia que tienen los macroinvertebrados acuáticos en las dietas naturales de especies ícticas, utilizando una metodología basada en el análisis del contenido estomacal, sobre dos especies ícticas *Pimelodus grosskopfii* y *Prochilodus reticulatus* con hábitos alimenticios distintos pero que se encuentran en la misma zona, y que además son muy abundantes y consumidas en la región, por lo cual son también de gran interés económico. Fueron 110 ejemplares observados de cada especie obtenida mediante la colaboración de los pescadores de la región. Solo *P. Grosskopfii* registró macroinvertebrados acuáticos, en total 550 distribuidos de la siguiente forma: de los ordenes Tricóptera 316, Díptera 197, Coleóptera 17, Efemeróptera 7, Odonata 3, Lepidóptera 9 y Neuróptera 1. Con base en estos resultados se aplicó el método utilizado por Gherbi-Baerré y se determinó que el orden, familia y género de preferencia fueron Tricóptera con un 57.45%, Hydropsychidae con un 44.36% y *Leptonema* con un 44.18%, respectivamente.

En cuanto a *Prochilodus reticulatus*, se confirma con base en este estudio que su hábito es limnófago, aunque registros bibliográficos recientes hechos por Zamora en 1994 y Ramírez y Viña en 1998 dan prueba de la presencia de macroinvertebrados acuáticos en su contenido estomacal, referencia que llevó a tomarlo como especie de estudio.

INTRODUCCIÓN

En el área de Recursos Hidrobiológicos Continentales se han realizados diversos estudios con Macroinvertebrados Acuáticos, específicamente en su función como bioindicadores de la calidad de aguas.

En Colombia, se han centrado dichos estudios en el Departamento de Antioquia, Cauca, Valle del Cauca, Cundinamarca, y Tolima, que han arrojado resultados y registros muy significativos.

El río Cauca, es uno de los recursos naturales más importantes, debido a la diversidad, de especies ícticas, sin embargo cada vez este recurso es más escaso y de menor calidad debido a la contaminación y al aprovechamiento irracional del mismo. Biológicamente, la pérdida de los hábitats acuáticos de diferentes especies, ha sido un cambio significativo en las estructuras y en la diversidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, muchos de estos cambios son irreversibles, ya que han influido en las condiciones físicas y químicas de dichos ecosistemas, sin embargo los macroinvertebrados acuáticos han sido capaces de adaptarse.

El Embalse la Salvajina es una represa, que ha sido de gran trascendencia para dicho ecosistema, debido a que evita inundaciones, contrarresta la contaminación, genera energía, recupera tierras inundables, promueve la recreación e incrementa la pesca, (Vázquez, G., Zamora, H., Naundorf, G., 1994), factor importante debido a que este recurso hídrico cuenta con diversas especies

que se comercializan en la región, como es el caso del *Prochilodus reticulatus* (Bocachico) y *Pimelodus grosskopfii* (Barbudo o Capaz), entre otros. En este Embalse se han llevado a cabo estudios que han determinado que los macroinvertebrados acuáticos son de gran utilidad para determinar la calidad de las aguas gracias a características como: su tamaño relativamente grande, facilidad para muestrearlos, ciclos biológicos largos, y que no requieren de equipos costosos. (Zamora, H. 1999). Pero además se han realizado análisis del desempeño de estos, en las cadenas tróficas, donde los peces son los más beneficiados.

Es por esta razón que los macroinvertebrados acuáticos forman el grupo ecológico más importante para la alimentación de peces tanto en ecosistemas lénticos como lóticos, muchos en sus formas larvarias como Efemerópteros, Tricópteros, Plecópteros, Odonatos, Neurópteros, Coleópteros, y Dípteros.

Por lo tanto se hace necesario incrementar los estudios que conlleven al conocimiento de la biología y ecología de las especies de macroinvertebrados acuáticos, con el fin de identificar dicha población para un mejor manejo de su conservación y aprovechamiento en las dietas naturales de muchas especies ícticas que los consumen.

Los alcances de este estudio están encaminados a un aporte de conocimiento sobre el tema, el cual es muy escaso, pero también a adquirir conocimientos más específicos tanto de la fauna de Macroinvertebrados, como de la íctica.

Con base en algunas referencias bibliográficas, han surgido algunos interrogantes:

¿Cuál de las dos especies ícticas consume más macroinvertebrados acuáticos, y por qué?

¿Según, su taxonomía, que orden, familia, y género de los macroinvertebrados acuáticos es de mayor preferencia para estas especies ícticas?

¿Que relación tiene la fauna encontrada, de acuerdo con el índice BMWP, con la calidad del agua de la zona de estudio?.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar, cuantificar, y cualificar la importancia de los macroinvertebrados acuáticos en la dieta natural de *P. reticulatus* y *P. grosskopffii*.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los hábitos alimenticios de las especies ícticas *P. reticulatus* y *P. grosskopffii*.

Realizar una descripción taxonómica de los Macroinvertebrados acuáticos encontrados en el contenido estomacal.

Relacionar la caracterización físicoquímica con el carácter bioindicador de los macroinvertebrados acuáticos y el índice BMWP.

2. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

El área de estudio está localizada al norte del Departamento del Cauca, específicamente en el flanco oriental de la cordillera occidental comprendido entre los sectores del sitio de presa del Embalse la Salvajina, aguas arriba del municipio de Suárez y el Puente la Balsa, corregimiento la Balsa, Municipio de Buenos Aires. El tramo de estudio presenta una longitud de aproximadamente 24 kms en línea recta.



Figura 1. Vista panorámica de la zona de estudio.

El clima varía entre los 19°C y 32°C, presenta una vegetación típica de la formación sedimentaria geológicamente hablando, afectada en su longitud por la Falla de Romeral, y de los Farallones.

La represa de la Salvajina se encuentra ubicada a 3 kms., río arriba de la población de Suárez, a 69 Kms., de la carretera central al sur de Cali y a 130 kms., al norte de la ciudad de Popayán, la zona del Embalse tiene un área de captación de 3.960 Km²., una longitud máxima de 32 kms., anchura máxima de 1.2 kms., línea de costa de 112 kms., profundidad máxima de 140 mts., Profundidad media de 36.4 mts, área total 2.21 hectáreas, volumen máximo 996 x 10⁶ mts³, volumen promedio 370 x 10⁶ mts³ y tiempo de retención hidráulica de 0.33 años. (Ver figura 2).

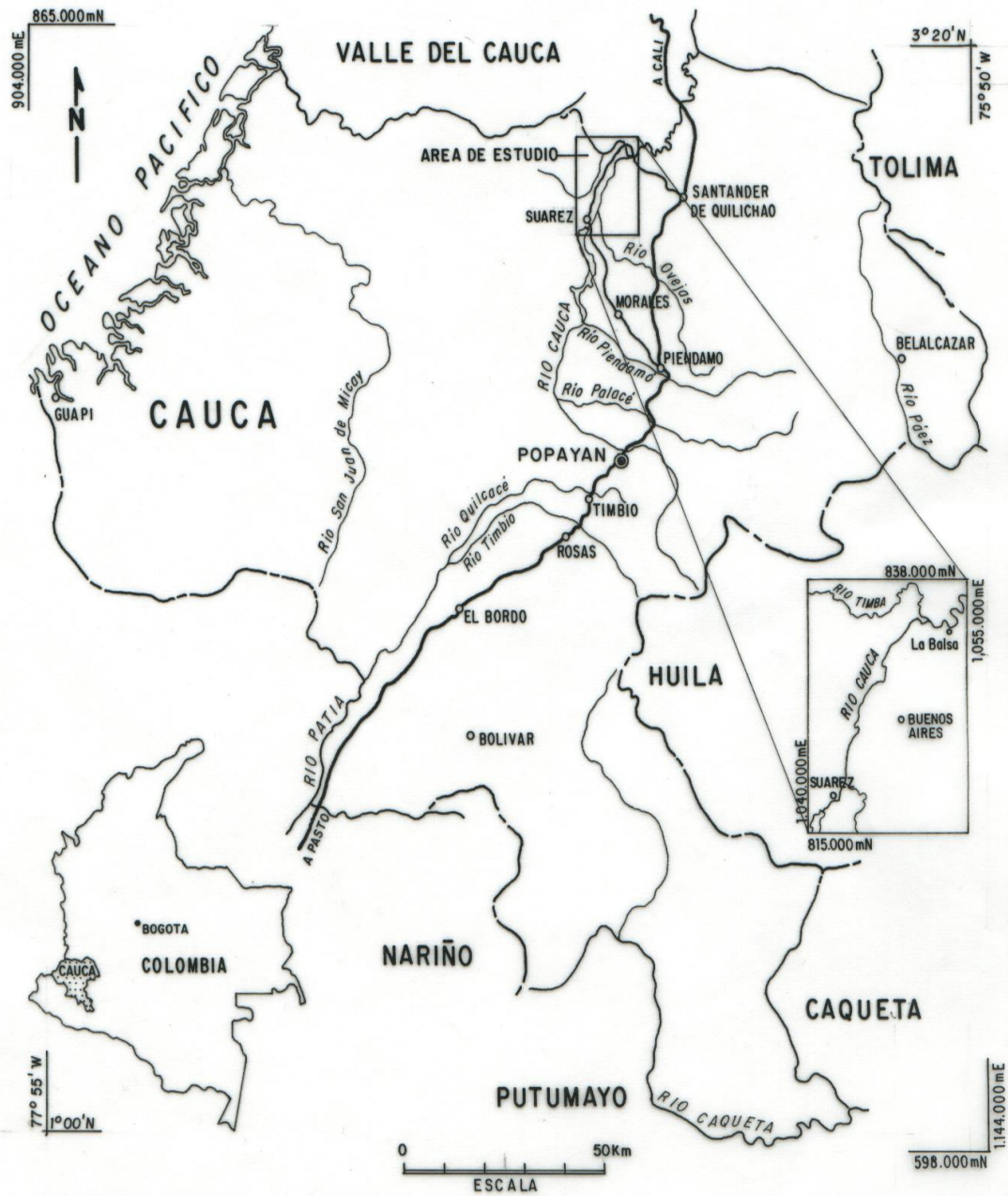
A lo largo de la represa se distinguen pequeños asentamientos humanos como Mindalá, La Primavera, El Arenal, Inguitó, y San José, sitio en el cual se encuentra la entrada del río Cauca que recibe previamente las aguas de los ríos Dinde y Piendamó.

El principal afluente directo del Embalse es el río Inguitó, el cual aporta a la Represa un importante volumen de agua. Desde la presa de la Salvajina hasta el Puente el Hormiguero que separa los Departamentos del Cauca y Valle, se encuentra en la Ribera del río las localidades de Suárez, Asnazú, Timba, Robles y la Balsa. (Vásquez, G., Zamora, H., Naundorf, I. , 1994). (Ver Figura 3.)

La Balsa, corresponde a un corregimiento del Municipio de Buenos Aires, Departamento del Cauca, al noreste de la cabecera municipal, de la cual dista 12 kms por camino de herradura y carretera, tiene servicio de telefonía y telegrafía.

En el recorrido de la zona de estudio, las formaciones vegetales de bosque húmedo Premontano (bh-PM) con transición a bosque seco Premontano (bs-PM). (Holdridge, 1982).

En general esta zona presenta intervenciones antrópicas, que han deteriorado las características ecológicas básicas.



FUENTE: Mapa Político Administrativo del Dpto. del Cauca, IGAC, 1989

Figura 2. Mapa de localización del área de estudio.

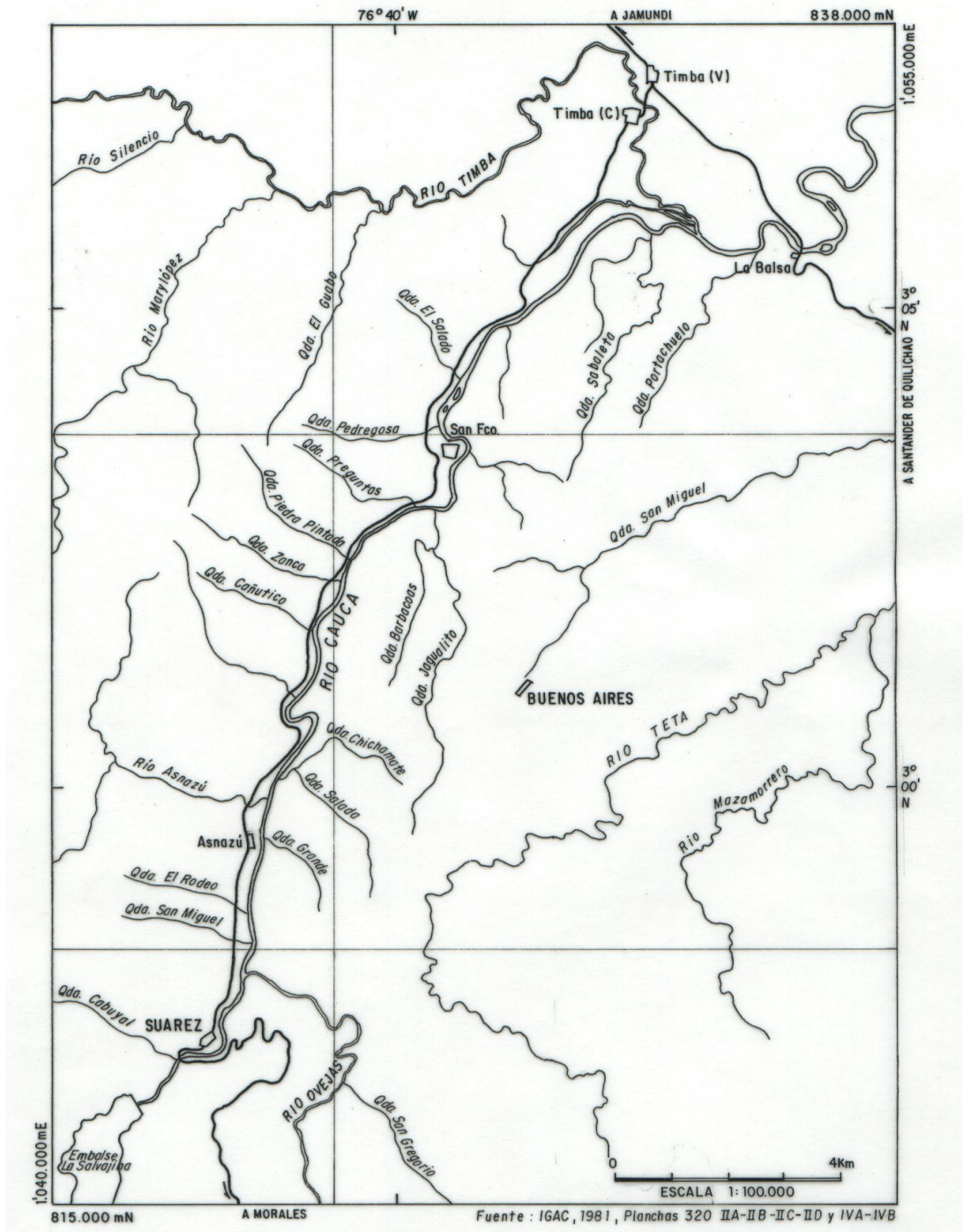


Figura 3. Área de estudio, sitio de presa Embalse la Salvajina.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. DIETAS NATURALES EN PECES

El valor nutricional de un alimento, no está basado solamente en su composición química, sino también en la posibilidad y habilidad de una o varias especies para atraparlo, digerirlo y absorberlo, lo que presenta una considerable variación entre la digestibilidad de los nutrientes, dentro de las especies y las diferentes condiciones ambientales.

Aunque puede parecer imposible evaluar directamente los niveles de alimento natural disponible en el área de estudio; cada especie tiene su propio alimento natural lo cual puede cambiar con la edad, y en especial durante las épocas de escasez de alimento. (Balfour Hephher). Así la determinación del fitoplancton, zooplancton y la biomasa del bentos o de organismos específicos del pez, no representan todo su alimento disponible, Debido a que todavía no se ha desarrollado un método confiable para calcular la totalidad de la producción secundaria. (Balfour Hephher).

Por otra parte se sabe que de acuerdo con su alimentación se pueden clasificar los peces, ya que no todos comen lo mismo, de la siguiente manera:

Peces filtradores que se alimentan de microorganismo, que no se pueden observar a simple vista y que se desarrollan dentro del agua, en las superficies o en el fondo del río.

Peces carnívoros que se alimentan de otros animales: insectos, crustáceos, etc.

Peces de presa que se alimentan de otros de su misma especie.

Peces herbívoros que se nutren con las plantas que flotan en el agua o que crecen en los fondos.

Peces omnívoros, los que comen de todo lo que encuentren.

De esta manera unos se convierten en alimento de otros formando las redes tróficas. Algunos de estos animales tienen cadenas más cortas, ya que se alimentan únicamente de fitoplancton o de plantas. Y otros por su parte tienen cadenas largas, ya que son de hábito carnívoro lo que conlleva a que necesite de todos los otros eslabones de la cadena alimentaria. Además la pérdida de energía crece considerablemente con cada cambio de nivel de la siguiente manera:

(Balfour Hephher y Yoel Pruginin) (citado por López, J., 1980):

De cada 100Kg. de algas flotantes, se transforman en 10Kg. de pez fitoplanctófago; cada 10Kg. de crustáceos se transforman en 1Kg. de zooplanctófago, y cada Kg. de estos peces se transforma en 1Kg. de peces carnívoros. Todas estas especies son resultantes del consumo de energía para los procesos de digestión, absorción, excreción y mantenimiento.

Los peces bentónicos, son recuperadores de energía, pues aprovechan las materias orgánicas rechazadas o desechadas de los diferentes niveles de la cadena alimenticia.

Por otra parte la forma, tamaño, posición de la boca y los dientes varían según el hábito alimenticio. El sistema digestivo y las enzimas que contribuyen a la

hidrólisis de la proteína, grasas y carbohidratos son fundamentalmente similares a las demás especies de vertebrados, sin embargo dentro de las diferentes variedades de peces, no existe la misma morfología y fisiología.

En general, el intestino es corto en los peces carnívoros y varias de las especies poseen apéndices digestivos específicos, estos son peculiares para cada uno de estos y cumplen funciones de absorción en compensación con la poca longitud del intestino. Las especies omnívoras, limnófagas y herbívoras por su parte presentan tubos digestivos de mayor longitud comparados con el de los ictiófagos.

3.2. MORFOLOGÍA DE LAS ESPECIES

3.2.1. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

Steindachner en 1878, reporta la siguiente clasificación taxonómica para *Prochilodus reticulatus*, y en 1879 para *Pimelodus grosskopfii*:

	<i>Prochilodus reticulatus</i>	<i>Pimelodus grosskopfii</i>
Reino	Animal	Animal
Subreino	Metazoa	Metazoa
Phylum	Chordata	Chordata
Grupo	Craniata	Craniata
Subphylum	Vertebrata	Vertebrata
Superclase	Gnatostomata	Gnatostomata
Clase	Osteichthyes	Osteichthyes
Orden	Osteriophyside	Osteriophyside
Subfamilia	Characininae	Pimelodinae
Familia	Characidae	Pimelodidae
Género	<i>Prochilodus</i>	<i>Pimelodus</i>
Nombre Común:	Bocachico, chico de boca.	capaz, barbul negro, barbudo.

3.3. GENERALIDADES DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los macroinvertebrados acuáticos son animales que habitan en el sustrato de lagos, cursos de agua, estuarios y aguas marinas. Pueden construir cámaras, tubos o redes fijas, viven dentro o sobre ellos, o vagan libremente sobre las rocas, residuos orgánicos y otros sustratos durante todo o parte de su ciclo vital. Son organismos que se pueden ver a simple vista. O sea organismos que tengan tamaños superiores a 0.5 mm. de longitud. (Roldan, G, 1988). Entre los macroinvertebrados se incluyen las esponjas, celentereos, platelmintos, nemátodos, áscaridos, anélidos, moluscos, equinodermos, artrópodos como macrocrustáceos, e insectos.

Este último constituye un grupo extraordinariamente numeroso, la gran mayoría de ellos viven en ambientes terrestres, donde probablemente se originaron y evolucionaron, y solo una proporción baja se adaptó secundariamente a la vida en ambientes acuáticos.

Los insectos en los diversos cuerpos de agua juegan un papel ecológico muy importante en los niveles de consumidores primarios y secundarios, y por sus altas tasas de reproductividad, y su biomasa a veces muy significativa, algunas especies adquieren una importancia económica considerable (Bachmann, A.1995) Son capaces de una colonización rápida del ambiente, gracias a los vuelos de dispersión, que les permiten cubrir activamente grandes distancias en poco tiempo, con escasos o ningún deterioro durante su permanencia en el aire.

La invasión al medio acuático de los insectos a partir de un ancestro terrestre, dio lugar a una gama espectacular de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento. Lo cual ha despertado interés por conocer cuáles son, cuántos, como son y donde viven, que papeles juegan en los ecosistemas, de que manera el hombre puede manejarlos como recurso y de que manera están siendo afectados por el impacto de asentamientos humanos.

El grupo de los macroinvertebrados acuáticos es muy extenso y variado los diferentes grupos son:

Efemeróptera, Odonata, Plecóptera, Hemíptera, Neuróptera, Coleóptera, Tricóptera, Lepidóptera, Díptera, Hymenóptera. Algunos son acuáticos y otros subacuáticos. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Hábitats y estados de vida para Ordenes de Macroinvertebrados Acuáticos.

ORDEN	ACUATICO/SUBACUATICO	ESTADO DE VIDA ACUÁTICO
TRICÓPTERA	A	LARVAS Y PUPAS
DÍPTERA	A Y SA	LARVAS Y PUPAS
COLEÓPTERA	A Y SA	TODOS
EFEMEROPTERA	A	NAYADES
ODONATA	A	NAYADES
LEPIDOPTERA	SA	LARVAS
NEUROPTERA	SA	LARVAS
PLECOPTERA	A	NAYADES
HEMÍPTERA	A Y SA	TODOS

Los medios acuáticos en los que habitan los insectos varían desde los marinos, salobres, y dulceacuícolas continentales e insulares, en corrientes, ríos, lagos, y lagunas, charcas, o bien en pequeñas hoquedades en árboles, bromelias, latas vacías, y hasta en floreros, pero todos ello con algo en común: su dependencia con el agua.

Esta amplia gama de medios acuáticos tiene implicaciones físico químicas y biológicas como son la concentración de gases disueltos en el agua (O₂, CO₂, N), la concentración de sales, la temperatura, la luz, la velocidad de flujo del agua, la materia suspendida y la cantidad de materia orgánica, entre otros, que son reflejados en la distribución de los insectos, y en sus hábitos alimenticios que pueden ser herbívoros, depredadores, parásitos, detritívoros.

A la vez los insectos son alimentos de anfibios, aves, y por supuesto de peces, por lo que su función en las cadenas tróficas es muy importante.

Desde el punto de vista de su tipo de alimentación se distinguen:

Los que alimentan de vegetales superiores (Numerosos Tricópteros, de envoltura móvil)

Los que se alimentan de vegetales microscópicos como algas planctónicas (larvas de Chironómidos, y de Efemeróptera)

Los que se alimentan de detritus (algunas larvas de Chironómidos)

Los voraces que se alimentan de plancton, comedores de organismos que viven entre los vegetales y el fondo (larvas desnudas de Tricópteros, larvas de Efemerópteros, Odonatos, Hemípteros, Coleópteros)

Entre estas últimas categorías de organismos, algunos sirven de alimento a los peces (larvas de Efemerópteros, Tricópteros, Dípteros), y otros compiten en alimentación con los peces (pequeños Hemípteros, ácaros).

Desde el punto de vista de sus exigencias de oxígeno disuelto y su resistencia a las poluciones orgánicas, y en función de la clasificación admitida en materia de análisis biológico de las aguas contaminadas, se distinguen (Galindo, N., 1990):

Organismos sensibles (larvas de Efemeróptera, Plecóptera, Tricóptera, y Odonata)

Organismos bastante resistentes (Hemípteros, Coleópteros, y algunas larvas de Chironómidos, Odonatos.)

Organismos muy resistentes (Tubifex, y algunas larvas de Chironómidos)

Desde el punto de vista de sus exigencias frente a la reacción del medio, se distinguen:

Formas resistentes a fuertes variaciones de pH y que soportan pequeños contenidos de reservas alcalinas (ciertas larvas de Chironómidos, Efemerópteros).

Formas mas o menos ligado a un pH determinado o mejor a un contenido mínimo de reservas alcalinas (algunos Chironómidos).

4. METODOLOGÍA

4.1. FASE DE CAMPO

La revisión bibliográfica se enfatiza en los estudios preliminares de algunas especies ícticas que en registros anteriores arrojaron datos importantes acerca de los Macroinvertebrados.

Posteriormente se realizaron muestreos quincenales entre el mes de febrero y agosto de 2001, en diferentes puntos de la zona ya descrita en compañía de los pescadores de la región, que para capturar las especies ícticas utilizaron redes, aparejos, propios para tal fin. Las capturas se realizaron en horas del amanecer.

4.1.1. Tratamiento de las muestras ícticas

Una vez colectados los ejemplares (Ver Figura 4.), Se elaboró su ficha taxonómica, selección por sexo, medidas biométricas como: longitud total, longitud standard, longitud del filete, altura máxima, altura caudal. Posteriormente se efectuó la disección desde el ano hasta el istmo branquial, para ser esvicerado el ejemplar, se separo el sistema digestivo para ser guardado en formol neutro 5 % para su posterior análisis en el laboratorio.



Figura 4. Muestreo general de las especies ícticas.

4.2. FASE DE LABORATORIO

A cada muestra guardada en formol neutro 5 % se le tomaron los datos gravimétricos tales como: peso total, peso esvicerado, peso del hígado, peso de las gónadas, peso del estómago lleno y vacío, y longitud de las vías digestivas.

Para la determinación de los hábitos alimenticios se tuvo en cuenta la forma del cuerpo, estructura oral, forma y disposición de los dientes, tamaño y forma de branquiespina, longitud de la vía digestiva, forma y longitud del estómago.

En el análisis del contenido estomacal, se tuvo en cuenta los criterios de las cuatro fases de digestión (Wetzel, G. Roberth 1980), (Vásquez, G., Zamora, H., Naundorf, G. 1981, Unicauca):

Fase I: El contenido es totalmente identificable, debido a que los organismos ingeridos poseen todas sus partes completas.

Fase II: Los organismos han comenzado a ser digeridos pero aun es posible su identificación.

Fase III: el alimento se encuentra en avanzado estado de digestión. Solamente se determina si son tejidos animales, vegetales o partículas sólidas.

Fase IV: el alimento esta completamente digerido observándose solo fragmentos de elementos.

Una vez identificado el contenido estomacal se procedió a separar los macroinvertebrados acuáticos, y se guardaron en alcohol para realizar el estudio taxonómico por orden, familia y género.

Con el fin de tener una información más precisa acerca de la biología alimentaria, de las especies ícticas, y de la importancia de los macroinvertebrados acuáticos en su dieta natural se recurrió a algunos índices de importancia del modelo planteado por Gherbi/Barre (1983):

PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE UNA PRESA (F):

$F = \# \text{ de estómagos con cierta presa} / \# \text{ de estómagos examinados.}$

Para obtener este índice se tuvo en cuenta en cuanto estómagos se encontraron cada uno de los ordenes, familias y géneros de macroinvertebrados acuáticos.

El número de individuos de cada categoría taxonómica, será expresado como **PORCENTAJE EN NÚMERO (CN)** así:

$CN \% = npe / npt \quad * 100$

En donde npe = número de determinada presa o ítem.

npt = número total de presas.

4.2.1. Tratamiento macroinvertebrados acuáticos

Una vez seleccionado los macroinvertebrados acuáticos del contenido estomacal, se paso a su caracterización taxonómica, por Orden, Familia y Género. Posteriormente se clasificaron y se realizó el conteo para poder aplicar los diferentes índices que establecerán cual orden, género y familia es de mayor preferencia por las dos especies que los contienen.

También se realizó un estudio morfológico para determinar sus características principales utilizando el estereoscopio y basando en guías y claves.

4.2.2. Caracterización físico química

La caracterización físico- química hídrica se realizó teniendo en cuenta los siguientes parámetro (Vásquez G. 1996). Aspecto térmico, gases disueltos como O₂, CO₂, pH y su relación con la acidez total y la alcalinidad total, dureza total, amonio, nitritos, nitratos, conductividad. Utilizando equipos como el oxígenometro, el peachiméetro, y Posteriormente se realizó un promedio para el análisis del estado de contaminación del cuerpo de aguas. Esto con el fin de confrontarlo con la función bioindicadora de los Macroinvertebrados acuáticos y el índice BMWP.

4.2.3. Evaluación biológica de la calidad de aguas mediante el índice BMWP

La evaluación biológica consiste en la determinación cualitativa o cuantitativa del estado actual, es decir, el grado o nivel de alteración o no, en relación con las condiciones naturales o normales de un cuerpo de agua, utilizando como parámetros de medición y análisis, propiedades de los organismos y comunidades para el cálculo de índices o el manejo de matrices, para tal fin. (Zamora, 1999).

Los macroinvertebrados acuáticos presentan una serie de características que los han llevado a ser preferidos como elementos de análisis de la calidad biológica de las aguas epicontinentales como: su tamaño relativamente grande, muestreo fácil, que no se requiere de equipos costosos, sus ciclos biológicos son lo suficientemente largos, son de alta diversidad.

El Biological Monitoring Working Party Score System o Sistema para la determinación del Índice de Monitoreo Biológico (Índice BMWP) interpretado por Armitage. P.B., et.al en Gran Bretaña al amparo del "National Water Council". Consiste en la ordenación de macroinvertebrados acuáticos al nivel taxonómico de familia en diez grupos de mayor a menor tolerancia a las alteraciones de las condiciones normales naturales de los cuerpos de agua asignando valores entre 1 y 10 puntos respectivamente. (Zamora, 1990). (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de bioindicación de las familias de macroinvertebrados acuáticos y su respectiva puntuación, de acuerdo con la adaptación realizada para Colombia del Sistema para Determinación del Índice de Monitoreo Biológico Biological Monitoring Working Party Score Sistem (Índice BMWP) Zamora, 1999.

Ordenes	Familia	Puntos
Plecóptera	Perlidae	10
Efemeróptera	Euthyplociidae, Polymitarciidae	
Tricóptera	Odontoceridae, Glossosomatidae, Rhyacophilidae, Calamoceratidae, Hydroptilidae,	
Díptera	Blepharoceridae	
Hidroida	Hidridae, Clavidae, Petasidae	
Efemeróptera	Oligoneuridae, Leptophlebiidae	9
Odonata	Megapodagrionidae, Polythoridae,	
Tricóptera	Hydrobiosidae, Xiphocentronidae, Philopotamidae	
Díptera	Simullidae,	
Coleóptera	Psephenidae	
Odonata	Coenagrionidae, Calopterygidae	8
Tricóptera	Helicopsychidae	
Coleóptera	Dytiscidae, Ptilodactylidae, Scirtidae	
Hemiptera	Notonectidae, Mesolveiidae, Hebridae, Naucoridae	
Díptera	Dixidae	
Efemeróptera	Tricorythidae, Leptohiphidae	7
Tricóptera	Polycentropodidae, Psychomyiidae	
Coleóptera	Elmidae, Dryopidae, Staphylinidae, Girinidae	
Hemiptera	Pleidae, Vellidae, Guerriidae	
Díptera	Empididae, Dolichopodidae, Muscidae	
Mesogastropoda	Melaniidae	
Efemeróptera	Baetidae	6
Tricóptera	Hidropsychidae, Leptoceridae	
Coleóptera	Noteridae, Haliplidae	
Odonata	Libellulidae,	
Lepidóptera	Pyralidae	
Neuróptera	Corydalidae	
Decapoda	Atyidae	
Anphipoda	Hyaellidae	
Gordioidea	Gordiidae, Chordodidae	
Unionoidea	Unionidae	
Tricladida	Planariidae, Dugesiidae	
Coleóptera	Limnychidae	5
Odonata	Aeshnidae, Lestidae	
Díptera	Tabanidae, Ceratopogonidae,	
Decapoda	Palaemonidae	
Hemiptera	Belostomatidae	

Ordenes	Familia	Puntos
Coleóptera	Curculionidae, Chrysomelidae	
Díptera	Tipulidae, Stratiomyidae, Culicidae.	
Hidracarina	Hidracaridos	4
Hemiptera	Corixidae, Hydrometridae	
Basommatophora	Ancylidae, Chilinidae	
Hemiptera	Nepidae, Gelastocoridae, Saldidae	
Coleóptera	Hidrophilidae	
Tricóptera	Leptoceridae	3
Díptera	Psychodidae	
Mesogastropoda	Goniobasidae, Hydrobiidae	
Díptera	Chironominae Chironomidae, Orthocladinae, Tanypodinae.	
Basommatophora	Physidae, Limnaeidae, Planorbidae	
Hemiptera	Todas las familias (Excepto tubifex)	2
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae, Ozobranchidae, Cyclobdellidae, Cyclicobdellidae, Piscicolidae, Macrobdellidae.	
Hemiptera	Tubificidae (Tubifex)	1
Díptera	Syrphidae, Ephydriidae	

Los macroinvertebrados acuáticos muestreados de los contenidos estomacales de la especie íctica *Pimelodus grosskopfii* fueron identificados taxonómicamente por familias, a cada grupo se le asignó un valor teniendo en cuenta la tabla 2 y se calculó el índice BMWP, aplicando el procedimiento indicado en la adaptación de este índice para Colombia por Zamora, 1999, completando el proceso con la tabla 3. Para llevar a cabo una relación con las características bioindicadoras de los macroinvertebrados acuáticos (Roldán, 1983) y con el análisis Físicoquímico del agua.

Tabla 3. Clases, valores y características para las aguas clasificadas mediante el índice BMWP adaptado para Colombia. Zamora, 1999.

Clase	Rango	Calidad	Características	Color cartográfico
I	>121	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
II	101 >120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
III	61 – 100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
IV	36 – 60	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
V	16- 35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	< 15	Muy crítica	aguas fuertemente contaminadas	Rojo

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. MORFOLOGÍA EXTERNA DE LAS ESPECIES ICTICAS

5.1.1. *Pimelodus grosskopfii* (Barbudo)

Presenta una cabeza plana granulada en su parte posterior, con dos orificios sensitivos en la parte dorsal anterior, una boca subterminal grande, con labio superior grueso y carnoso, con premaxila de 6 hileras con dientes viliformes, (característica de peces depredadores) (Nikolsky, 1963), posee dos barbicelos maxilares.

El cuerpo está cubierto por una capa mucilaginosa, su color es gris oscuro y presenta en la zona dorsal lateral unas manchas o pecas negras. A nivel dorsal posee una aleta espinosa y otra adiposa larga. Cabe 4 veces o menos en la longitud esquelética, aleta pélvica ancha y corta de 6 radios, no hay espinas, su aleta dorsal truncada y la anal emarginada.

La distancia entre las comisuras de la boca es mayor, que la distancia desde el ojo hasta la punta del rostro. (Ver Figura 5).

Los registros biométricos revelan un máximo de longitud total 370 mm. y una longitud mínima de 185 mm con un promedio de 227.86 mm. El peso corporal

promedio es de 111.26 gr. con un valor máximo de 519.5 gr. y un valor mínimo de 57.5 gr. (Ver Tabla 4).(Anexo A).



Figura 5. Vista dorsal de la especie íctica de *P. grosskopfii*.

Tabla 4. Promedio de tallas y pesos de *Pimelodus grosskopfii* capturados.

TALLAS	F	INTERVALOS TALLAS mm	PROMEDIO TALLAS Mm	INTERVALOS PESO gr.	F	PROMEDIO PESO gr.
0-50	0	0	0	0	0	0
51-100	0	0	0	0	0	0
100-150	0	0	0	0	0	0
151-200	3	185-200	195	57.5-85.8	3	67.1
201-250	52	205-250	227.86	71.5-159.9	52	111.26
251-300	41	251-300	267.04	117.7-256.1	41	161.24
301-350	11	303-350	325	174.6-394.1	11	298.72
350-400	3	364-370	366.33	355-519.5	3	444.39

5.1.2. *Prochilodus reticulatus* (Bocachico)

Presenta una cabeza plana tiene un rostro corto cabe 3 veces o más en la longitud de la cabeza, la boca es terminal y protráctil, con pequeños dientes, posee una estructura oral especializada para lamer, su cuerpo esta cubierto por escamas ásperas (tecnoideas) (Steindachner, 1880). (Ver Figura 6).



Figura 6. Vista dorsal de la especie íctica *P. reticulatus*

Su longitud total de acuerdo a los valores biométricos es mínima 167 mm y máxima con 324 mm. Con un promedio de 228.63 mm. El peso corporal máximo es de 372.1 gr. y el mínimo de 58.6 gr. con un promedio en peso de las muestras capturadas de 162.216 gr. (Ver Tabla 5). (Anexo A).

Tabla 5. Promedio de tallas y pesos de *Prochilodus reticulatus* capturados.

TALLAS	F	INTERVALOS TALLAS mm	PROMEDIO TALLAS	INTERVALOS PESO gr.	F	PROMEDIO PESO gr.
0 – 50	0	0	0	0	0	0
51 – 100	0	0	0	0	0	0
101–150	0	0	0	0	0	0
151-200	15	167-200	186.26	58.6-121.3	15	870.06
201-250	55	205-250	228.63	103.8-236	55	162.216
251-300	36	252-300	267.97	166.8-347	36	243.692
301-350	4	310-324	316.75	325.9-372	14	343.3

5.2. MORFOLOGÍA INTERNA

Gracias a la disección realizada en el laboratorio, se puede describir la morfología interna de cada una de las especies ícticas:

5.2.1. *Pimelodus Grosskopfii*

Peces de tamaño mediano, la cara superior del cráneo es dura y granulosa, los primeros radios de la aleta dorsal y pectorales están provistas de espinas fuertes, crece aproximadamente 35 cm, su color es gris plateado, más oscuro en el dorso, donde en muchos ejemplares se encuentra un gran número de puntitos negros. Cabe 3.5 o 4 veces en la talla esquelética y la barbilla maxilar se extiende hasta la cola. Suplen su poca visión con largos barbicelos. (Martínez, A.,1880)

En la parte posterior de la cabeza se ubican los arcos branquiales de color rojo, cuatro a cada lado, las branquias presentan en su primer arco ocho

branquiosespinas en la parte inferior y cuatro en la parte posterior, característica propias de peces carnívoros (Reshetnikov, 1961) (citado por Martínez, A., 1980).

En la parte inferior de los arcos branquiales derechos se halla el corazón de tamaño reducido, el estómago se encuentra en forma de pipa de color habano y textura rugosa. Encima del estómago se encuentra ubicado el hígado el cual presenta dos lóbulos de color rojo que depende de la madurez del pez al igual que el tamaño. En su lóbulo izquierdo se encuentra la vesícula biliar de color amarillo verdoso. En la parte inferior derecha del estómago y en forma bien diferenciada se desprende el intestino, de color blanco amarilloso, el cual atraviesa la mayor parte de la cavidad abdominal terminando en el ano, con longitudes que van entre 10.5 y 58 centímetros dependiendo de su talla.

La vejiga natatoria presenta un color blanco y se dispone por encima de la parte anterior del hígado, las gónadas se localizan en la parte posterior de la cavidad abdominal, y su tamaño depende de la edad del pez. (Ver Figura 7).



Figura 7. Dissección de la especie íctica *P. grosskopfii*.

5.2.2. *Prochilodus reticulatus*

Pez de escamas ásperas, con la boca en forma de embudo, posee dientes débiles en gran número que rodean la circunferencia de los grandes labios, y hay una serie de dientes similares en forma de v, tiene una espina u horquilla eréctil delante de la aleta dorsal, crece aproximadamente 40 cm su color es gris plateado. (Dahl, G., 1971)

Estómago amplio de color rojo y contextura lisa, se encuentra debajo del tubo digestivo que es de longitud amplia, con valores entre 30.4 cm y 89 cm de longitud, el hígado esta en la parte superior izquierda, tiene dos lóbulos y es de color pardo rojizo, su textura es blanda, en la parte izquierda cerca al estómago se encuentra la vesícula biliar de color amarillo verdoso, su vejiga natatoria es de color blanco y esta localizada bajo el intestino, sus gónadas se encuentran en la parte posterior de la cavidad abdominal, las del macho son pequeñas y lisas de color habano y, para la hembra son grandes y granuladas, el tamaño depende de la edad. (Ver Figura 8).



Figura 8. Dissección de la especie íctica *P. Reticulatus*.

5.3. DISTRIBUCIÓN y ALGUNOS ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LAS ESPECIES

5.3.1. *Pimelodus grosskopfii* (BARBUDO)

Se distribuye en medios lénticos y lóticos, sustratos arenosos, limosos y rocosos.

Se encuentra especialmente en el río San Jorge, Magdalena, Cauca, sin embargo en el alto Cauca es menos frecuente. (Macias, D., 1976.)

Es una especie migratoria, euritérmica, se reproduce por confinamiento, es omnívora, con tendencia a consumir macroinvertebrados acuáticos, ictiófaga, Su captura se logra en horas nocturnas y matutinas. (Ramírez y Viña, 1998).

5.3.2. *Prochilodus reticulatus* (BOCACHICO)

Se encuentra en aguas turbias, sustratos arenosos, limosos y grava. Se distribuye en los ríos Cauca, Magdalena, Sinú, San Jorge y sus respectivos tributarios. (Macias, D., 1976).

Especie migratoria, euritérmica, limnófaga, eventualmente ingiere larvas de macroinvertebrados acuáticos (Tricópteros y Plecópteros) (Zamora, H. 1994).

No se reproduce en confinamiento, su ciclo de vida es de 4 años. Es de gran importancia en la pesca artesanal y en la dieta de los pobladores de la zona. (Ramírez y Viña, 1998).

5.4. ANÁLISIS DIGESTIVOS

5.4.1. *Prochilodus reticulatus*

Es una especie cuyo volumen estomacal es mayor en comparación con el de otras especies ícticas, gracias a su hábito alimenticio, este posee un estómago doble y generalmente está lleno de limo compacto y oscuro que succiona del fondo, dentro del cual se encuentran algas, fauna béntica y residuos de tejido vegetal, constituyéndose en su alimento base, la gran longitud de su tracto digestivo permite darle la característica de limnófago y fitófago. Sin embargo no se pudo realizar un estudio muy detallado de la presencia o ausencia de macroinvertebrados acuáticos debido a que de 110 ejemplares solo 10 se encontraron con estómago lleno, y al realizar el análisis del limo se encontraron una diversidad de algas y algunos Tubifex, y una larva del género *Chironomus* del orden Díptera por lo tanto la información no es muy amplia para determinar la importancia de los Macroinvertebrados acuáticos en la dieta de *Prochilodus reticulatus* (bocachico). Aunque en algunos registros hechos por A. Ramírez y G. Viña, 1980 y H. Zamora en 1994 si se determinó Macroinvertebrados acuáticos como Tricópteros, Dípteros, en su contenido estomacal.

5.4.2. *Pimelodus grosskopfii*

Para el caso de *Pimelodus grosskopfii*, posee un estómago pequeño en comparación con *P. Reticulatus*, es una especie carnívora con tendencia a macroinvertebrados acuáticos, también se encontró detritus, restos de otro pez, tejido vegetal. De 110 ejemplares capturados solo 6 ejemplares se encontraron con el estómago vacío, y de 104 ejemplares solo 13 no contenían macroinvertebrados acuáticos, el resto tenían una gama muy variada de ellos, la

muestra obtenida fue de 550 macroinvertebrados entre ellos: Tricópteros Dípteros Coleópteros, Efemerópteros, Odonatos, Lepidópteros, Neurópteros.(Ver Tabla 6).

Tabla 6. Número de Macroinvertebrados acuáticos encontrados en *Pimelodus grosskopfii*.

ORDENES	CANTIDAD ENCONTRADA
Tricóptera	316
Díptera	197
Coleóptera	17
Efemeróptera	7
Odonata	3
Lepidóptera	9
Neuróptera	1

En su gran mayoría *P. Grosskopfii* se encontró de acuerdo a las 4 fases de digestión (Wetzel, G. Robert, 1980) (citado por Vásquez G., Zamora, H., Naundorf, G., 1981), en la fase I, Anexo A, donde el contenido estomacal es totalmente identificable debido a que los organismos ingeridos poseen todas sus partes, es por eso que fue posible determinar familia género y especie de todos los macroinvertebrados acuáticos encontrados.

5.5. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Según Roldán, 1981 los siguientes macroinvertebrados acuáticos de identifican así: (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Identificación taxonómica de macroinvertebrados Acuáticos muestreados.

REINO ANIMALIA, PHYLUM ARTHROPODA, CLASE INSECTA		
ORDEN	FAMILIA	GENERO
Tricoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> <i>Smicridea</i>
	Leptoceridae	<i>Atanatolica</i> <i>Triplectides</i>
	Chironomidae	<i>Chironomus</i>
Díptera	Tipulidae	<i>Limonia</i>
Coleóptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>
	Hidrophilidae	<i>Berosus</i>
	Elmidae	<i>Macrelmis</i>
Efemeróptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>
Odonata	Libellulidae	<i>Macrothemis</i>
Lepidoptera	Piralidae	<i>Sin determinar</i>
Neuróptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>

5.6. MORFOLOGÍA EXTERNA POR ORDEN, DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

5.6.1. *Tricóptera*

Son eruciformes o campodeiformes. Con aspecto de oruga, con apéndices locomotores por lo menos en un segmento del abdomen, a veces reducidos a ganchos posteros-laterales. Patas torácicas a veces cortas, a veces con traqueobranquias abdominales, libres o, mas frecuentemente, en un capullo, con o sin elementos extraños, granos de arena, piedrecitas, trozos de hojas, palitos, con no mas de un par de apéndices, solo los posteriores, a veces reducidos a pequeños ganchos, antenas muy reducidas o ausentes, frecuentemente en un capullo. (Ver Figura 9).



Figura 9. Morfología externa de un Tricóptero del género *Leptonema* sp.

5.6.2. Díptera

(Mosquito o mosca) alas ausentes, o extremadamente reducidas, patas torácicas ausentes, cuerpo vermiforme, subcilíndrico o aguzado delante, a veces hay tubérculos, pseudópodos, verrugas o rodetes, lisos o espinosos, en uno o mas segmentos del cuerpo, cabeza bien desarrollada, o no, en este caso hay un par de espiráculos posteriores, raramente hundidos en un repliegue, o el extremo posterior se prolonga en un sifón, o tubo respiratorio mas o menos largo. (Ver Figura 10.)



Figura 10. Morfología externa de un Díptero del género *Chironomus* sp.

5.6.3. Coleóptera

(escarabajos de agua) Cabeza poco desarrollada, solo se ven las mandíbulas, sin un par de notables espiráculos posteriores, ni sifón o tubo respiratorio, generalmente en tallos u otros órganos vegetales, antenas cortas o muy cortas, raramente largas, sin traqueobranquias, o con penachos (que pueden ser

traqueobrancia) patas torácicas cortas o muy cortas, tórax y abdomen muy anchos y deprimidos. (Ver Figura 11).



Figura 11. Morfología externa de un Coleóptero del género *Eteretelmis* sp.

5.6.4. Efemeróptera

(Efímeras) alas ausentes o extremadamente reducidas, cabeza bien desarrollada solo se ven mandíbulas labio no en máscara último segmento del abdomen con 2 o 3 filamentos largos delgados, que pueden llevar hilera de pelos, patas bien desarrolladas, con 3 filamentos caudales, a veces el central mas corto casi ausente, segmentos abdominales con penachos (traqueobranquias) generalmente laterales, a veces dorsales.

Las de vida libre son campodeideiformes y las que viven sobre las piedras son aplanadas, aquellas especies que viven en hoquedades tienen las patas y las mandíbulas modificadas y las branquias son plumosas. (Ver Figura 12).

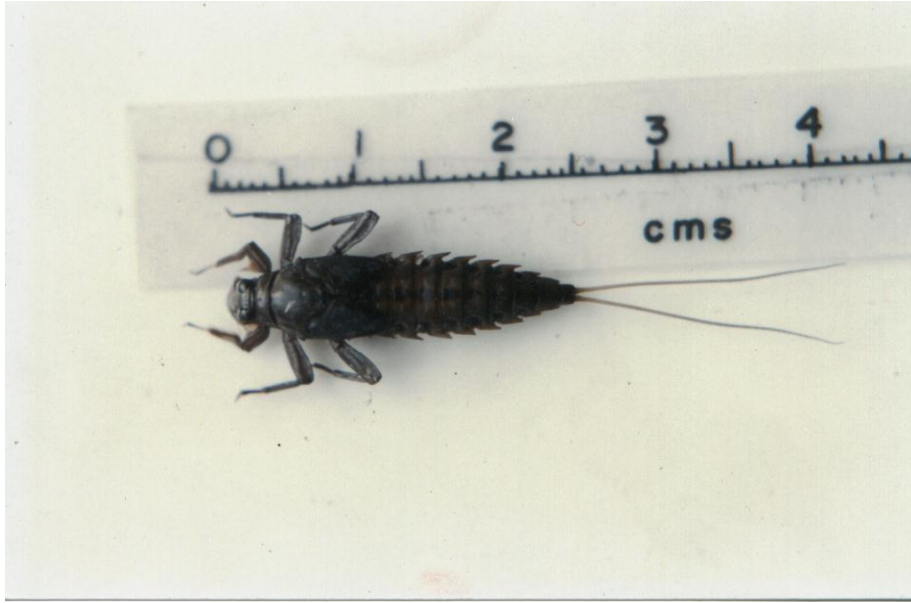


Figura 12. Morfología externa de un Ephemeroptero del género *Lachlania* sp.

5.6.5. Odonata

(libélulas y caballitos de diablo) patas bien desarrolladas o reducidas, pero presentes, siempre mas de 6 segmentos abdominales, aunque los primeros y los últimos pueden estar ocultos y aparentan ser menos, sin furca ni tentáculo, labio muy desarrollado, se repliega contra la cara ventral del tórax y de la cabeza, a veces cubre también la parte anterior de la cabeza, a veces el abdomen lleva atrás tres prolongaciones planas, como paletas alargadas.

Son campodeideformes. Tienen el labio modificado en una estructura protráctil para atrapar el alimento. Algunos tiene traqueobranquias caudales y otras branquias rectales. (Ver Figura 13).



Figura 13. Morfología externa de un Odonato del género *Brechmorhoga* sp.

5.6.6. Neuróptera

Apéndices bucales no muy largos, a lo mas como la cabeza, cuerpo subcilíndrico o algo deprimido, no muy aplanado, con prolongaciones simples o penachos, en varios segmentos abdominales, abdomen prolongado en una punta subcilíndrico muy larga, traqueobranquias de aspecto articulado.

Son, nadadores activos, su respiración es por traqueobranquias abdominales. (Ver Figura 14).

5.6.7. Lepidóptera

Prolongaciones pronotales, aspecto de cartucho o cigarro con alas, patas y apéndices cefálicos adosados al cuerpo, formando una superficie continua, generalmente en un capullo. En los adultos las alas, las patas y el cuerpo están

totalmente cubiertos de escamas, aparato bucal en forma de larga trompa en espiral, en reposo.



Figura 14. Morfología externa de un Neuróptero del género *Corydalus* sp.

5.7. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LOS ÓRDENES DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS



Figura 15. Muestra general de Macroinvertebrados Acuáticos.

5.7.1. Tricóptera

Los adultos son aéreos, tienen el aspecto de polillas o maripositas de largas antenas, casi siempre de colores pardos grisáceos, activos principalmente de noche y cerca de los cuerpos de agua donde desovan. Las larvas y pupas son acuáticas, algunas pocas son terrestres o salen en ocasiones del agua, o empupan fuera de ella. Todas las larvas secretan seda con las que hilan filamentos, redes o capullos. Son detritívoras, herbívoras o predadoras, con marcada tendencia a ser omnívoras.

Tienen una acentuada importancia en cadenas tróficas de ríos y arroyos, tanto por la abundancia de algunas especies, como por la variedad de nichos que ocupan sus larvas. Suelen ser muy sensibles a las modificaciones del medio, por lo que tiene un uso potencial como indicadores de aguas oligotróficas.

Viven libres, en sacos o excavaciones, se encuentran en aguas dulces, en corrientes moderadas o lentas o en lagos y lagunas, y preferiblemente en aguas frías. Hay pocas especies marinas. Sus hábitos alimenticios son herbívoros y depredadores.

5.7.2. Díptera

Son insectos holometábolos, pasan por los estados larval, pupal y adulto. Todos los adultos son exclusivamente aéreos y su presencia en el agua suele ser, a lo más ocasional.

Se encuentran desde aguas frías y turbulentas de los arroyos de montaña, sobre las piedras, en lugares con mucha corrientes, hasta las aguas estancadas, con alto grado de distrofismo y bajísima concentración de oxígeno, o en aguas termales, algunas llegan a tolerar altas concentraciones de NaCl

Viven en torrentes, cascadas o adheridos a las piedras, formando tubos en el moho o bajo las piedras en aguas estancadas, soportando un gran rango de oxígeno. Su respiración es mediante traqueas y un sifón para tener acceso al oxígeno aéreo. En otro caso tienen traqueobranquias.

Su hábito alimenticio es muy variado, los hay depredadores, parásitos, hematófagos, herbívoros y detritívoros.

5.7.3. Ephemeroptera

Prácticamente las únicas funciones del adulto son la reproducción y dispersión, y todas sus estructuras están especializadas para estos fines. En este orden encontramos un estadio alado supernumerario, entre la ninfa, y el imago, único entre los insectos y que se denomina subimago

Viven semienterradas en los fondos de lagos y de corrientes rápidas. Su respiración es mediante traqueobranquias abdominales, Son masticadores, comedores de algas y productos vegetales. Todos los adultos son alados y de ellos proviene el nombre del orden, debido a lo corto de este periodo de vida.

5.7.4. Coleoptera

Las larvas pasan en general por tres estadios similares entre sí, salvo el tamaño, y su diversidad morfológica y adaptativa es aun mucho mayor que la de los adultos. Las adaptadas para vivir dentro de tejidos vegetales son apodas y vermiformes, las demás suelen caminar sobre sustratos firmes, unas pocas son nadadoras.

Formas muy variadas, de vida libre, se encuentran en corrientes, fondos, en desechos, en la superficie, sobre las piedras. Su respiración es traqueal con adaptaciones como formación de burbujas, tubos respiratorios, plastrón. Son depredadores, saprófagos, detritívoros, herbívoros o comedores de perifiton.

5.7.5. Odonata

La mayoría de ellos completan su desarrollo larval entre 100 y 200 días, las larvas son generalmente depredadoras, para lo cual juega un papel muy importante su aguda visión, el intercambio gaseoso lo hace a través de la piel y agallas anales.

Han sobrevivido 200 años sin ningún cambio apreciable. Los estadios juveniles viven en medios acuáticos muy diversos. Son depredadores

5.7.6. Lepidóptera

Sólo en una proporción muy pequeña las larvas han desarrollado adaptaciones para la vida acuática, solo en una especie conocida existen adultos ápteros, de vida acuática, además de los alados, voladores, se distinguen dos grupos ecológicos.

Las larvas son herbívoras sobre diversos fanerógamas acuáticas, y algunas construyen capullos con trozos de hojas unidos con seda, en otros construyen refugios de seda sobre piedras en el fondo de los arroyos y torrentes.

Todas las larvas suelen estar desnudas, o casi, y algunas presentan largas expansiones por lo que no requieren subir a tomar oxígeno.

5.7.7. *Neuróptera*

Son tal vez uno de los insectos más grandes y llamativos que se encuentran en el agua, su coloración es por lo regular oscura, se caracteriza por poseer un par de mandíbulas fuertes y grandes y por tener un par de propatas anales, suelen alimentarse de diversos invertebrados acuáticos o palustres, principalmente de larvas de Dípteros exclusivamente Chironómidos, son depredadores, se encuentran debajo de piedras, palos o plantas acuáticos o donde viven principalmente larvas de Chironómidos, en remansos de arroyos, y otros cuerpos de aguas lenticas.

5.8. HÁBITAT Y CARÁCTER BIOINDICADOR DE LOS GÉNEROS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PRESENTES EN LOS CONTENIDOS ESTOMACALES OBSERVADOS (Roldán, 1983).

5.8.1. *Orden Tricóptera*

5.8.1.1. *Género Leptonema*

Se encuentra en aguas corrientes con mucha vegetación, toleran aguas con poca contaminación. Son indicadores de aguas oligotróficas.

5.8.1.2. *Género Smicridea*

Se encuentra en aguas corrientes, y es indicador de aguas oligotróficas.

5.8.1.3. *Género Atanatolica*

Aguas corrientes y sustratos pedregosos, aguas bien oxigenadas, son indicadores de aguas oligotróficas.

5.8.1.4. *Género Triplectides*

Se presentan en aguas corrientes con sustratos vegetales en descomposición, toleran una mínima contaminación. Son indicadores de aguas oligotróficas a eutróficas.

5.8.2. Orden Díptera

5.8.2.1. *Género Limonia*

Son semiacuáticos en algas, crecen sobre piedras emergentes, son indicadores de aguas mesotróficas.

5.8.2.2. *Género Chironomus*

Se encuentran tanto en aguas lólicas como lénticas, en fangos y en abundante materia orgánica en descomposición, son indicadores de aguas mesotróficas.

5.8.3. Orden Coleóptera

5.8.3.1. *Género Macrelmis*

Se encuentran en ecosistemas lénticos y algunos lólicos, son indicadores de aguas oligomesotróficas.

5.8.3.2. *Género Anchyrtarsus*

Se encuentran en márgenes de los arroyos, sobre plantas herbáceas, las larvas se encuentran en aguas someras, sobre la arena de ecosistemas lólicos,

generalmente son herbívoros y detritívoros, son indicadores de aguas oligotróficas.

5.8.3.3. Género *Berosus*

Se encuentran en aguas lénticas, como charcas y lagunas poco profundas con mucha materia orgánica, son herbívoros, se alimentan generalmente de algas, las larvas son depredadoras, son indicadores de aguas mesotróficas.

5.8.4. Orden *Efemeróptera*

5.8.4.1. Género *Baetodes*

Son de aguas rápidas, y en aguas quietas, se encuentran debajo de troncos, rocas y hojas o adheridos a la vegetación sumergida. son indicadores de aguas oligotróficas y oligomesotróficas.

5.8.4.2. Género *Terpides*

Son de aguas rápidas, se encuentra al igual que *Baetodes* debajo de troncos, rocas, etc. son indicadores de aguas oligotróficas

5.8.5. Orden *Odonata*

5.8.5.1. Género *Macrothemis*

Se encuentra en aguas lólicas de flujo lento, viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas por lo regular, rodeados de

abundante vegetación acuática sumergida o emergente, viven en aguas limpias, es indicadora de aguas oligotróficas

5.8.6. Orden Lepidóptera

5.8.6.1. Familia Piralidae

Se encuentran en aguas oxigenadas. Indicadores de aguas oligotróficas.

5.8.7. Orden Neuróptera

5.8.7.1. Género Corydalus

Se encuentran en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida, son depredadores. Indicadores de aguas oligotróficas a levemente mesotróficas.

5.9. ANÁLISIS DE LOS ÍNDICES PARA MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los Macroinvertebrados acuáticos encontrados en el contenido estomacal de *P. grosskopfii* fueron muy diversos, de 550 muestras en total y mediante el stereomicroscopio se pudo determinar un registro de 7 ordenes, 12 familias 14 géneros. (Ver Tabla 8).

Mediante el porcentaje de frecuencia de una presa (F), se determinó la periodicidad de los ordenes de macroinvertebrados acuáticos, examinando en cuantos estómagos se encontraron dichos ordenes. En este caso el orden Tricóptera fue el más representativo con un porcentaje de 72.72%, por encima de

los otros ordenes El orden Díptera presentó también un porcentaje alto, de 40% lo que lo cataloga como un orden también representativo o de mayor periodicidad. (Ver Figura 16).

Tabla 8. Orden, Familia y Género de macroinvertebrados Acuáticos encontrados en el contenido estomacal de *P. Grosskopffii*.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	No. TOTAL	
TRICOPTERA	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	243	
	Leptoceridae	<i>Atanatica</i>	68	
	Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	4	
	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	1	
DIPTERA	Chironomidae	<i>Chironomus</i>	196	
	Tipulidae	<i>Limonia</i>	1	
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	7	
	Hidrophilidae	<i>Berosus</i>	8	
	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	2	
EPHEMEROPTERA	Baetidae	<i>Baetodes</i>	5	
	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>	2	
ODONATA	Libellulidae	<i>Erythemis</i>	3	
LEPIDOPTERA	Piralidae	Sin	9	
NEUROPTERA	Corydalidae	determinar <i>Corydalis</i>	1	
Totales : 7		12	14	550

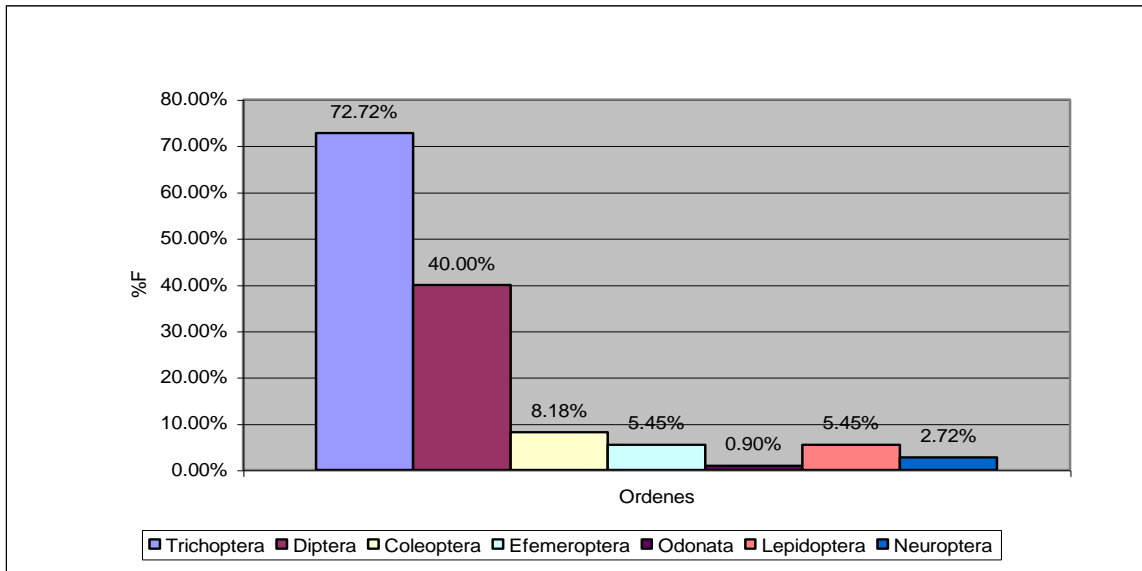


Figura 16. Porcentaje de Frecuencia de una presa (F) para ordenes de macroinvertebrados Acuáticos muestreados.

Para las familias el porcentaje de frecuencia de una presa (F) arroja los siguientes resultados: Hydropsychidae 59.08%, Leptoceridae 24.53 % del orden Tricóptera, que indica que son de mayor periodicidad. (Ver Figura 17).

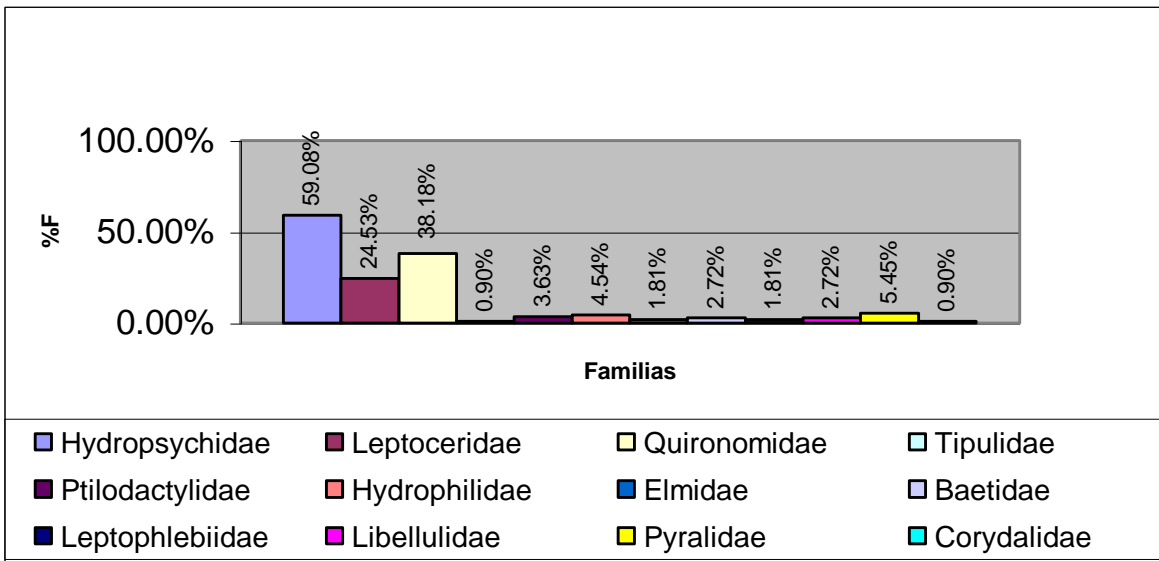


Figura 17. Porcentaje de Frecuencia de una presa (F) para Familia de macroinvertebrados Acuáticos muestreados.

Y para los géneros se encontró que la presa de mayor periodicidad es *Leptonema* con %F de 58.18, que fue el porcentaje más alto en comparación con los otros géneros, pero también son representativos los géneros *Chironomus* con un 38.18% y *Atanatica*. Con 22.72%. (Ver Figura 18).

En cuanto a %CN que indica el numero de individuos de cada categoría taxonómica. En orden el de mayor porcentaje fue Tricóptera con 57.45%, y Díptera con 38.18%, ordenes de mayor preferencia para la dieta natural de *P. grosskopfii*. (Ver Figura 19).

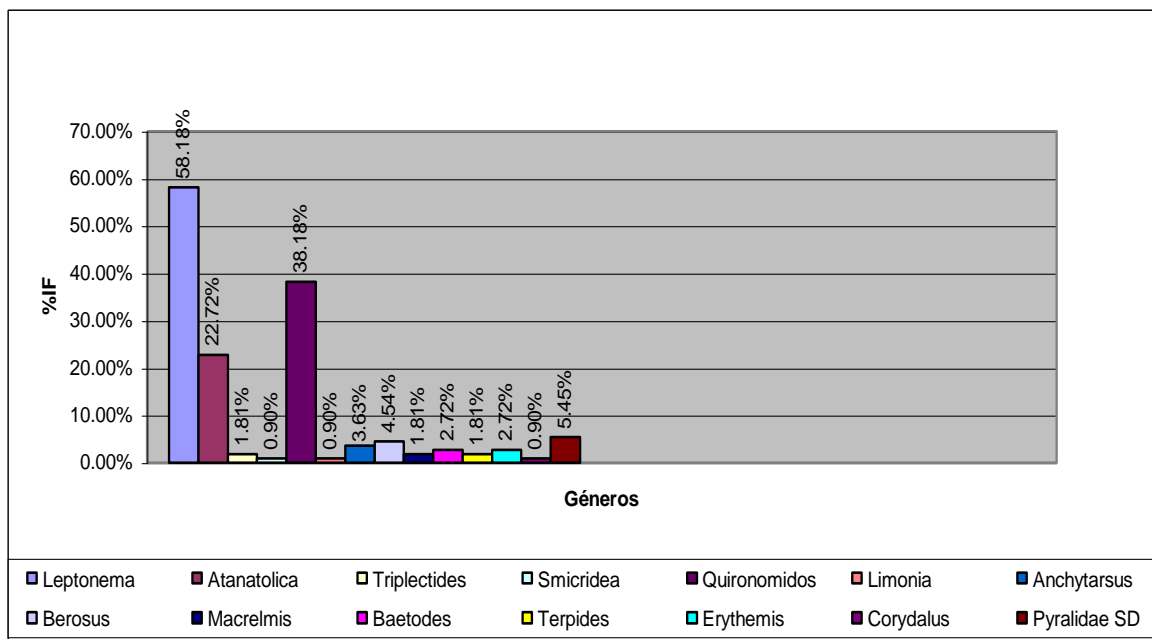


Figura 18. Porcentaje de Frecuencia de una presa (F) para Géneros macroinvertebrados Acuáticos muestreados.

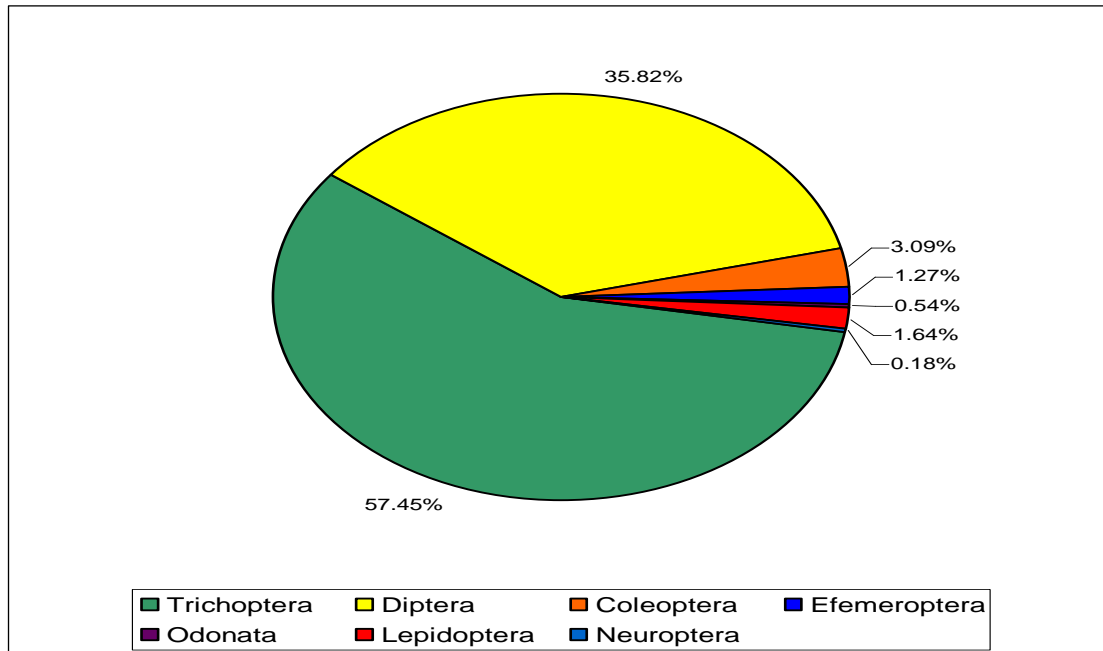


Figura 19. Porcentaje en número (CN) de los Ordenes de macroinvertebrados Acuáticos muestreados.

Igualmente para familias el %CN mas alto estuvo representado por la familia Hydropsychidae de 44.36% del orden Tricóptera y la familia Chironomidae, del orden Díptera con 36.83%. (Ver Figura 20).

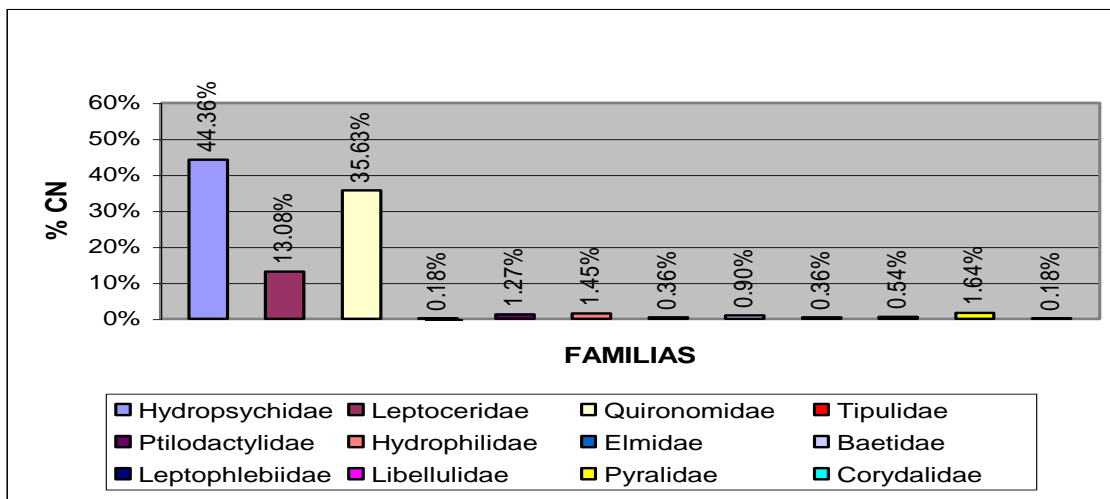


Figura 20. Porcentaje en número (CN) de Familias de macroinvertebrados Acuáticos muestreados.

Igualmente para los géneros, el porcentaje CN presentó los valores más altos con *Leptonema* de 44.18%. y *Chironomus* con 36.83%. (Ver Figura 21).

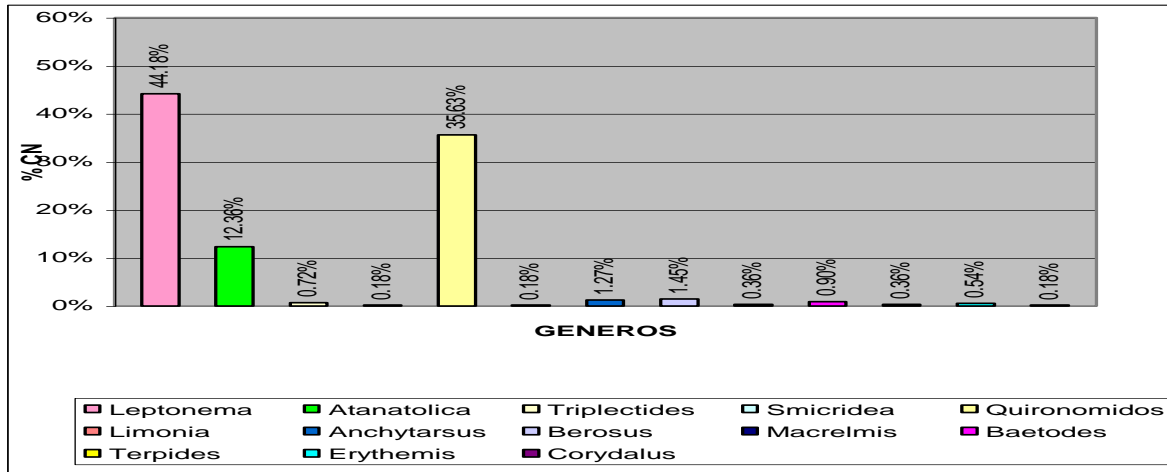


Figura 21. Porcentaje en número (CN) para géneros de macroinvertebrados acuáticos muestreados.

Gracias al Porcentaje en número y al Índice de Frecuencia se determinó que el orden de mayor preferencia para *P. grosskopfii* es Tricóptera con 243 muestras, la familia Hydropsychidae con 244 muestras, el género *Leptonema* con 243 muestras. También el orden Díptera con la familia Chironomidae y el género *Chironomus* con valores de 35.63% CN y 38.18% IF. Siguen en orden de preferencia. (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Porcentaje en Número (CN) e Índice de Frecuencia de una presa (F) para Orden, Familia y Género de macroinvertebrados Acuáticos muestreados.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	No. TOTAL	% CN	F
TRICOPTERA	Hydropsychidae		244	44.36	59.08
		<i>Leptonema</i>	243	44.18	58.18
		<i>Smicridea</i>	1	0.18	0.90
	Leptoceridae		72	13.08	24.53
		<i>Atanatica</i>	68	12.36	22.72
		<i>Triplectides</i>	4	0.72	1.81
DÍPTERA	Chironomidae		196	35.63	38.18
		<i>Chironomus</i>	196	35.63	38.18
	Tipulidae		1	0.18	0.90
		<i>Limonia</i>	1	0.18	0.90
COLEOPTERA	Ptilodactylidae		7	1.27	3.63
		<i>Anchytarsus</i>	7	1.27	3.63
	Hydrophilidae		8	1.45	4.54
		<i>Berosus</i>	8	1.45	4.54
	Elmidae		2	0.36	1.81
		<i>Macrelmis</i>	2	0.36	1.81
EPHEMEROPTERA	Baetidae		5	0.90	2.72
		<i>Baetodes</i>	5	0.90	2.72
	Leptophlebiidae		2	0.36	1.81
		<i>Terpides</i>	2	0.36	1.81
			2	0.36	1.81
ODONATA	Libellulidae		3	0.54	2.72
		<i>Erythemis</i>	3	0.54	2.72
LEPIDOPTERA	Piridae	<i>Sin determinar</i>	9	1.64	5.45
NEUROPTERA	Corydalidae		1	0.18	0.90
		<i>Corydalis</i>	1	0.18	0.90

5.10. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA

En la zona de estudio se determinaron algunos parámetros físicos y químicos. Ver Tabla 10. con base en los cuales se adelantó el análisis correspondiente.

Tabla 10. Análisis Físico-Químico del agua.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS	VALORES PROMEDIOS
Geoposición	N3°0.5.5.54" W76°35'9.93"
m.s.n.m	1021.5
Temperatura ambiente (°C)	27.5
Temperatura del agua (°C)	20.35
Oxígeno disuelto (mg/L)	8.1
Porcentaje e saturación (%)	89.5
CO ₂ disuelto (mg/L)	2.25
PH	6.8
Acidez total (mgCaCO ₃ /L)	2.25
Alcalinidad total (mgCaCO ₃ /L)	9
Dureza total (mgCaCO ₃ /L)	75.65
Calcio (mg/L)	6
Amonio (mg/L)	0.77
Nitrito (mg/L)	0.099
Fosfatos (mg/L)	2.3
Hierro (mg/L)	0.6
Cloruros (mg/L)	6
Conductividad (uMhos/cm)	60
Sólidos disueltos (mg/L)	29.6
Turbiedad (NTU)	664
Z. s.d. (m)	0.03
DQO (mg/L)	180
Salinidad (partes por mil)	0

La Temperatura del agua influye sobre todo en la fisiología de los peces, simultáneamente también rige sobre las condiciones físicas y químicas del agua. De acuerdo con el promedio de 20.35 °C, no se presentan fluctuaciones que afecten el desarrollo normal de la biota acuática.

Procesos tales como el intercambio atmosférico y/o la fotosíntesis, contribuyen con la presencia de oxígeno en el agua, reflejándose en el porcentaje de saturación, por lo tanto los valores son óptimos, indicando la condición aeróbica del sistema, fundamental para el desarrollo de la biota acuática y la productividad del medio natural. La concentración promedio de oxígeno disuelto (O_2) en el agua fue de 8.1 mg/L con un porcentaje de saturación del 89.5%.

La presencia de CO_2 está directamente relacionada con el pH debido principalmente por procesos como: degradación de materia orgánica, respiración vegetal, y animal, o por lluvias. El promedio registrado de 3 mg/L indica que se están dando estos procesos normales y que no son limitantes para el desarrollo de la biota acuática. Inclusive, las especies ícticas como *P. grosskopfii*, están aprovechando este estado para su dieta alimenticia, y los macroinvertebrados acuáticos mediante su carácter bioindicador, reflejan el estado mesotrófico del sistema, que está representado en su distribución. (Roldán, 1983).

La presencia de CO_2 contribuye con las condiciones químicas de acidez y alcalinidad y los valores de pH varían en función de su concentración (Vásquez, 2001). Por esta razón en términos de acidez total está marcada por la presencia de CO_2 y no por acidez mineral, lo que establece el buen funcionamiento del sistema Buffer o de regulación. Con respecto a la alcalinidad el promedio registro 9 mg $CaCO_3$ /L, determinado que también se están dando los procesos biológicos normales y una productividad sostenida.

Con respecto a la dureza total, está relacionada directamente con la presencia de iones de Calcio, el promedio de 75.65 mg de carbonato de Ca ($CaCO_3$)/L determina así el buen funcionamiento del sistema. De acuerdo con Sawyer y McCarty (citado por Boyd, 1990) (Vásquez, G., 2001) se clasifica como aguas blandas para propósitos sanitarios según el valor anterior, y aguas duras para propósitos acuícolas. Y con base en la clasificación propuesta por Ohle, 1934 (citada por Roldán, 1992) se puede catalogar como aguas poco productivas. No

obstante, los registros hallados para productividad, deducen que procesos se dan en el sistema, de allí la catalogación de mesotrófica.

Los ciclos indicadores de degradación de materia orgánica son el del nitrógeno y fósforo, teniendo en cuenta los registros promedio de nitritos (0.099 mg/L), amonio (0.77 mg/L) y fosfatos (2.3 mg/L) que están relacionados directamente con el pH y el CO₂, se puede establecer que están influenciados por intervenciones antrópicas, lixiviaciones, esorrentias que se ven reflejados en la turbiedad y transparencia. Por otra parte, teniendo en cuenta que el promedio de amonio supera los 5 mg/L considerándolo limitante para el normal desarrollo y distribución de macroinvertebrados Acuáticos (excepto Tubifex y Chironómidos) (Roldán, 1992) y de la fauna íctica (Vásquez, G., 2001), se puede establecer con base en este estudio que los macroinvertebrados acuáticos encontrados en los contenidos estomacales de *P. grosskopfii*, son indicadores de aguas mesotróficas, ya que son resistentes a la presencia de amonio. (Ver Tabla 11).

En cuanto a la conductividad que corresponde a 60 μ Mhos/cm se establece una relación directa con los cloruros por los procesos de osmorregulación y con los sólidos disueltos que no están siendo limitantes en la diversidad de las especies, ya que éstas aprovechan todo lo que le proporciona el sistema.

Este análisis en general presenta una zona en estado mesotrófico donde la biota acuática esta siendo favorecida por los cambios del medio lo que no influye negativamente en el crecimiento, la alimentación reproducción y distribución, tanto de las especies ícticas como de los macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 11. Carácter bioindicador de macroinvertebrados encontrados en el contenido estomacal de *P. grosskopffii*.

ORDEN	GENERO	BIOINDICACION	AUTOR
TRICOPTERA	<i>Leptonema</i>	Aguas limpias y meso-saprobicas Aguas limpias o moderadamente contaminadas	Escobar, 1989 Machado y Roldán, 1981
	<i>Atanatolica</i>	Aguas bien oxigenadas	Roldán, 1981
	<i>Triplectides</i>	Aguas corrientes con sustrato vegetal en descomposición que aceleran cierta contaminación.	Roldán, 1981
	<i>Smicridea</i>	Aguas limpias o moderadamente contaminadas	Escobar, 1989 Ramírez y Roldán, 1989 Machado y Roldán, 1981
DÍPTERA	<i>Chironomus</i>	Aguas medianamente contaminadas y muy contaminadas	Escobar, 1989 Mora y Soler, 1993 Marquéz y Guillot, 1988
	<i>Limonia</i>	Aguas medianamente contaminados	Escobar, 1989
COLEOPTERA	<i>Anchytarsus</i>	Aguas oxigenadas y de temperatura normal	Pinilla, 1990
	<i>Berosus</i>	Aguas muy contaminadas	Roldán, 1981
	<i>Macrelmis</i>	Aguas limpias	Machado y Roldán, 1981
EFEMEROPTERA	<i>Baetodes</i>	Aguas limpias	Machado y Roldán, 1981
	<i>Terpides</i>	Aguas limpias o ligeramente contaminadas	Machado y Roldán, 1981
ODONATA	<i>Erythemis</i>	Aguas limpias a ligeramente contaminadas	Machado y Roldán, 1981
LEPIDOPTERA	Sin determinar	Aguas oxigenadas, muy torrentosas	Roldán, 1981
NEUROPTERA	<i>Corydalis</i>	Aguas limpias	Machado y Roldán, 1981

5.11. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE AGUAS MEDIANTE EL ÍNDICE BMWP

En el contenido estomacal de *P. grosskopffii* se identificaron 12 familias y 14 géneros de macroinvertebrados acuáticos con base en los cuales se realizó un análisis de la calidad biológica de aguas en el sitio de estudio.

Para determinar la calidad de las aguas mediante macroinvertebrados acuáticos se tuvo en cuenta los niveles de puntuación de las familias relacionadas. (Ver Tabla 2) y (Tabla 3).

De acuerdo con Zamora, 1999 el índice BMWP aplicado en el presente estudio arroja los siguientes resultados: (Ver Tabla 12).

La anterior puntuación clasifica en la clase III en un rango de 61-100, que indica en general que la calidad del agua es aceptable, o levemente contaminadas, y no afecta a la biota acuática de la zona de estudio.

Comparando este resultado con la caracterización físicoquímica y el carácter bioindicador de los macroinvertebrados acuáticos (Roldán, 1983), coinciden en establecer una zona de características mesotróficas.

Tabla 12. Niveles de bioindicación de las familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el contenido estomacal de *P. grosskopfii* y su respectiva puntuación. (Índice BMWP) para Colombia por Zamora, 1999.

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN
TRICOPTERA	Hydropsychidae	6
	Leptoceridae	6
DÍPTERA	Tipulidae	4
	Chironomidae	2
COLEOPTERA	Ptilodactylidae	8
	Hidrophilidae	3
	Elmidae	7
EFEMEROPTERA	Baetidae	6
	Leptophlebiidae	9
ODONATA	Libellulidae	6
LEPIDOPTERA	Piralidae	6
NEUROPTERA	Corydalidae	6
Totales = 7	12	69 PUNTOS

Tabla 3. Clases, valores y características para las aguas clasificadas mediante el índice BMWP adaptado para Colombia. Zamora, 1999.

Clase	Rango	Calidad	Características	Color cartográfico
I	>121	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
II	101 >120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
III	61 – 100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
IV	36 – 60	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
V	16- 35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	< 15	Muy crítica	aguas fuertemente contaminadas	Rojo

6. CONCLUSIONES

Los Macroinvertebrados acuáticos son importantes en la dieta natural de la especie *Pimelodus grosskopfii*, ya que en su contenido estomacal se encontró un alto porcentaje.

En el análisis de los datos gravimétricos, se pudo apreciar la longitud de las vías digestivas, el peso y contenido del estómago y teniendo en cuenta la morfología del pez, se confirmó que *P. grosskopfii*, es de hábito alimenticio omnívoro con tendencia a carnívoro y preferencia de macroinvertebrados acuáticos, mientras que *P. reticulatus* es de hábito limnófago.

Mediante el F Y el %CN se demostró que por parte de *Pimelodus grosskopfii* hay preferencia del orden Tricóptera, que es muy diverso y de gran importancia en las cadenas tróficas de los ecosistemas acuáticos.

El género *Leptonema* del orden Tricóptera es el más apetecidos por *el P. grosskopfii* y es un género indicador de aguas oligotróficas.

El orden Díptera también arrojó valores altos para la alimentación de *Pimelodus grosskopfii*, representado por larvas de Chironómidos, que se encuentran en diversos ambientes, son fáciles de coger, se encuentran en gran cantidad, y son indicadores exclusivos de aguas mesotróficas.

De acuerdo al análisis Físicoquímico se presenta una zona en estado mesotrófico, que no representa limitación para el desarrollo normal de la biota acuática, esto relacionado con el carácter bioindicador de los macroinvertebrados acuáticos (Roldán, 1983) coincide.

Con base en el análisis biológico BMWP, se presenta un grado de alteración leve, por esta razón la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos están constituidas por organismos indicadores de aguas mesotróficas.

La presencia de la Represa la Salvajina es de gran trascendencia para la alimentación de las especies ícticas como *P. grosskopffii*, ya que aunque es una barrera física, destaca la importancia de los macroinvertebrados acuáticos en su dieta, debido a su alto porcentaje en su contenido estomacal.

7. RECOMENDACIONES

1. Realizar más estudios de carácter trófico de los Macroinvertebrados ya que en este estudio solo se pudo determinar para una especie, y en otros registros, *Brycon henni*, (Sabaleta), *Pseudopimelodus bufonius* (bagesapo), *Ictiophas longirostris* (Picuda), e inclusive el *Prochilodus reticulatus* (Bocachico) presentaron en sus contenidos estomacales Macroinvertebrados acuáticos.
2. Realizar bromatología de los macroinvertebrados acuáticos para determinar el porcentaje de proteína, carbohidratos, grasa, lípidos etc., que aportan dicha fauna en la dieta natural de especies ícticas.
3. Llevar a cabo un repoblamiento de las cuencas hidrográficas, no solo de las especies ícticas, sino también de la fauna de Macroinvertebrados, para mantener las cadenas tróficas, la diversidad de especies, y la calidad de la piscicultura.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALBA, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. Departamento de Biología animal y Ecología. Universidad de Granada. IV simposio del agua en Andalucía, Almería. Vol.II: 203-213.

ÁLVAREZ, Francisco. Vocabulario de Ecología. Barranquilla.

ÁLVAREZ, Julio. 1979. Diccionarios Rioduero Zoología.

COLOPRETTO Estela, TELL, Guillermo. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Tomo III Ediciones sur, La plata.

DAHL, George.1971. Los Peces del Norte de Colombia. Bogotá.

GALINDO, Nora. 1990. Insectos acuáticos. Universidad Autónoma de México, Departamento de Biología. México.

LÓPEZ, J. 1980. Nutrición Acuícola. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Pasto.

MACIAS, Daniel. 1976. Piscicultura y Pesca. Biblioteca el Campesino. Colección Tierra No. 64 Bogotá..

MANUAL DE TÉCNICAS DE GESTIÓN DE VIDA SILVESTRE. 1980. 4 ed. Wildlife society.

MARTÍNEZ, A. 1980. Peces deportivos de Colombia. Agua dulce. Ediciones fondo cultural cafetero. Bogotá.

PÉREZ, H., RADA, M., VALVERDE, A.J. 2000 Evaluación de pesticidas organofosforados y macroinvertebrados bentónicos en el río palacé. Unicauca Ciencia 4.

PINILLA, Gabriel. 2000. Indicadores Biológicos en Ecosistemas Acuáticos Continentales de Colombia, Fundación Universitaria de Bogotá. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

PIÑA, E. 1993. Piscicultura Universidad a distancia UNISUR, Santa Fe de Bogotá.

PRADO ESPAÑA, Augusto. 2002. Trabajo de grado: Determinación del nivel trófico del *Pimelodus grosskophii* (Steindacner 1879 – 19-880) Piscis Pimelodidae, en el río Cauca, entre el sitio de presa del Embalse la Salvajina y puente la Balsa, Departamento del Cauca. Universidad del Cauca. Popayán.

RAMÍREZ. Alberto, VIÑA, Gerardo. 1998. Limnología de Colombia: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis, Bogotá

ROLDAN, Gabriel. 1982. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.

----- . 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia, Universidad de Antioquia. Medellín.

VÁSQUEZ, ZAPATA, Guillermo León. 2001 Evaluación de la calidad de las aguas naturales: Significado y alcance en la determinación y análisis de parámetros físico – químicos y biológicos fundamentales. Universidad del Cauca. Popayán.

----- . Et al. 1998. Determinación de los caudales ecológicos para el normal desarrollo de la biota acuática, en las cuencas media y baja de los ríos Timba, Claro, Amaime, Tulúa y Pescador en el departamento del Valle. CVC. Santiago de Cali.

VÁSQUEZ, Guillermo, ZAMORA Hilldier, NAUNDORF, Gerardo., FIGUEROA, Apolinar, FLOREZ, Pablo. 1994. Caracterización de la Ictiofauna del río Ovejas, tributario del río Cauca. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Vol 8. No. 2. Popayán Cauca.

VÁSQUEZ, Guillermo, ZAMORA Hilldier, NAUNDORF, Gerardo, 1992 Caracterización de la ictiofauna del Embalse la Salvajina y zona de influencia, río Cauca. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Vol 6. No. 1. Popayán.

VEGAS, M..1977. Ictiología. Texto experimental. Universidad del Valle.

ZAMORA, Hilldier, 1999. Adaptación del índice BMWP para la evaluación biológica de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. Unicauca-Ciencia 4. Popayán.

-----, 1998. Evaluación rápida de la Calidad ambiental en Ecosistemas lóticos mediante el análisis de sus macroinvertebrados. Revista de la Asociación Colombiana de ciencias Biológicas ACCB.

-----, 1996. Aspectos Bioecológicos de las comunidades de Macroinvertebrados dulceacuícolas en el Departamento del Cauca. Unicauca Ciencia 1(1): 9-11.

-----, 1993 Macroinvertebrados Acuáticos dulceacuícolas en los diferentes pisos altitudinales del Departamento del Cauca. II Fase. Universidad del Cauca-Colciencias. Departamento de Biología. Popayán.

-----, 1991. Macroinvertebrados Acuáticos dulceacuícolas en los diferentes pisos altitudinales del Departamento del Cauca. I Fase. Universidad del Cauca-Colciencias. Departamento de Biología. Popayán.

ZAMORA, Hilldier, VÁSQUEZ, Guillermo. y NAUNDORF Gerardo. 1989. Estudio de Recursos Hidrobiológicos del Andén Pacífico Caucaño. Universidad del Cauca. Fundación Universitaria de Popayán. Cauca. 1989.

ZÚÑIGA, M.C., ROJAS, A., CAICEDO, G.. 1993. Indicadores ambientales de la calidad de agua en la cuenca del río Cauca. Asociación de ingenieros Sanitarios de Antioquia (Medellín) Revista AINSO. Año 13. N^o2. Medellín.

ANEXOS