

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMUNIDAD DE PECES DE LAS CUENCAS  
DE LOS RÍOS PALACÉ Y TIMBÍO (CAUCA, COLOMBIA).



OFELIA MEJÍA EGAS.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Biólogo.

GERMAN GALVIS VERGARA.  
Director.

MARIA DEL PILAR RIVAS PAVA.  
Asesora.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
POPAYÁN  
2008

## RESUMEN

Se presenta un estudio comparativo de la comunidad de peces de las cuencas de los ríos Palacé y Timbío (Cauca, Colombia). Los ríos Palacé y Timbío pertenecen a dos cuencas hidrográficas diferentes: Cauca y Patía que a su vez corresponden a dos vertientes diferentes: Caribe y Pacífica.

Eigenmann (1920a) mencionó como algo singular la poca o ninguna similitud existente entre las formas del alto Cauca y el Patía a pesar de estar separadas por una divisoria de aguas de poca elevación.

El presente trabajo caracterizó a nivel específico los peces presentes en cada río para establecer las semejanzas y diferencias entre las dos comunidades ícticas y sus posibles causas.

Durante el trabajo de campo en las cuencas de los ríos Palacé y Timbío se realizaron los muestreos de fauna íctica y levantamiento de información como es el registro de coordenadas y características físico-químicas de los cuerpos de agua, seleccionados en las diferentes localidades de ambas cuencas, incluyendo quebradas y otros tributarios, comprendiendo un rango altitudinal entre los 1049 y 1859 msnm.

Se registró un total de 16 especies para ambas cuencas de las cuales dos son comunes: *Astroblepus grivalvii* y *Brycon henni*; estas especies pertenecen a los órdenes más abundantes Siluriformes y Characiformes respectivamente.

La comparación de los índices de Shannon-Wiener y Simpson indican que la diversidad íctica en la cuenca del río Palacé no es igual que la diversidad íctica en la cuenca del río Timbío.

Las condiciones físicoquímicas de los ríos seleccionados en este trabajo presentan niveles normales y adecuados para el establecimiento y desarrollo de la fauna íctica.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo planteado por Eigenmann 1920a en el sentido que existe poca similaridad entre las cuencas de los ríos Palacé y Timbío.

**Palabra claves:** río Palacé, río Timbío, Eigenmann, fauna íctica, características físicoquímicas.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la fauna de peces dulceacuícolas en el departamento del Cauca es escaso y en la actualidad son pocos los estudios realizados en la región andina; por ende se convierte en un reto contribuir con información precisa para vislumbrar la riqueza real del departamento, comenzando por las cuencas de los ríos Palacé y Timbío.

Estos dos ríos pertenecen a dos cuencas hidrográficas diferentes: Cauca y Patía que a su vez corresponden a dos vertientes diferentes: Caribe y Pacífica, y se encuentran a una altitud similar en el área donde se establece la divisoria de aguas para cada una de las cuencas. En la actualidad es probable que la comunidad de peces de cada río sea diferente debido a factores geográficos, ambientales o condiciones de uso que pueden estar soportando ambos sistemas hídricos. Por eso, este trabajo busca caracterizar a nivel específico los peces presente en cada río, así como establecer las semejanzas y diferencias entre las dos comunidades ícticas y sus posibles causas.

Con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre aspectos ictiológicos, se registra la fauna íctica colectada durante los muestreos realizados en las cuencas de los ríos Palacé y Timbío en el departamento del Cauca. Se realizó el trabajo de campo y levantamiento de información como es el registro de coordenadas y características físico-químicas de los cuerpos de agua, seleccionados en la diferentes localidades de ambas cuencas; incluyendo quebradas y otros tributarios, comprendiendo un rango altitudinal entre los 1049 y 1859 msnm.

En vista que el proceso de degradación de la biodiversidad es uno de los problemas que afecta nuestros ecosistemas, lo cual no implica solo la pérdida de especies con un valor intrínseco, sino también la pérdida de los atributos de estas especies, que contribuyen a mantener el funcionamiento de los ecosistemas (Loreau *et al.* 2001); es necesario realizar un análisis de similaridad de la íctiofauna de estas dos cuencas pertenecientes a vertientes diferentes en esta importante región antes que sus organismos desaparezcan.

## **2. OBJETIVOS**

### **GENERAL.**

Estudiar comparativamente la comunidad de peces de la zona alta de las cuencas del río Palacé (afluente del río Cauca) y del río Timbío (afluente del río Patía), en el departamento del Cauca, Colombia.

### **ESPECÍFICOS.**

Identificar taxonómicamente la fauna íctica de los ríos Palacé y Timbío, así como de algunos de sus tributarios, abarcando un rango altitudinal de 1000 a 2000 msnm.

Estimar la diversidad Alfa (riqueza y estructura) y Beta de la comunidad íctica a partir de la información de las dos cuencas.

Relacionar los valores de los parámetros físico-químicos con la riqueza específica de cada cuenca.

### 3. MARCO CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE

El estudio de las comunidades animales involucra una síntesis de los factores ambientales y de las interacciones bióticas. La estructura de una comunidad puede ser analizada sobre varios aspectos, utilizando parámetros como diversidad y equitabilidad (Wootton, 1995). Dentro de los patrones más abordados en la ecología de comunidades están aquellos relacionados con la diversidad de especies (número, identificación taxonómica y las características de las mismas), así como aquellas relacionadas a las variaciones temporales de sus abundancias (Miranda y Mazzoni, 2003).

Uno de los objetivos de la ecología de comunidades es entender mecanismos y procesos responsables de las diferencias y/o similitudes entre diversas comunidades (Machado-Allison, 1987). La manera de obtener esta información es mediante la comparación de comunidades que se encuentran presentes a lo largo de gradientes ambientales (Angermeier y Karr, 1983).

En la actualidad, los países en vía de desarrollo (en su mayoría, ubicados en el trópico), deben ampliar sus inventarios taxonómicos y sus bibliotecas de referencia con el fin de cartografiar las especies presentes e identificar los puntos prioritarios de conservación (Wilson, 1989).

Los ecosistemas acuáticos tropicales presentan por lo regular una alta diversidad de especies; pero esta puede reducirse por factores limitantes como salinidad, turbidez, velocidad del flujo, pH, gradientes altitudinales o por condiciones creadas por el hombre como es la contaminación de origen industrial o doméstico. Uno de los grupos más ricos dentro de estos ecosistemas de aguas lóxicas lo conforman los peces, cuyas comunidades están determinadas por las características fisicoquímicas del agua en la cual se desarrollan (Machado- y Roldan, 1981).

Colombia posee una de las ictiofaunas dulceacuícolas de mayor diversidad del mundo y muchas de sus especies tienen importancia económica y de consumo. Paradójicamente, constituye un grupo de vertebrados muy descuidado en términos de investigación básica y por tanto de los menos conocidos del país (Mojica *et al.*, 2002).

Aunque al respecto hay algunos trabajos dispersos, la divulgación de sus resultados está restringida al círculo de especialistas o académicos, mientras que las publicaciones son escasas (Castro, 1994). Extensas regiones de la geografía nacional carecen aún de inventarios ictiológicos y muchas de nuestras especies sólo se conocen por ejemplares depositados en museos extranjeros (Mojica *et al.*, 2002).

La cifra de 838 especies de peces dulceacuícolas reportadas para Colombia resulta bastante baja si se tiene en cuenta la extensión del territorio nacional, la considerable cantidad de cuencas y la enorme variedad de ambientes acuáticos. Sin duda esta cifra denota una carencia de estudios ictiológicos en el país y con los estudios realizados es aun difícil estimar con certeza la riqueza real y ante este panorama se hace necesario profundizar en los inventarios regionales (Mojica, 1999). Esto determina la imperiosa necesidad de estudiar en profundidad, dichos ecosistemas, sus componentes abióticos y bióticos, entender su estructura y funcionamiento.<sup>1</sup>

La íctiofauna dulceacuícola del país se distribuye en 111 especies para la vertiente Caribe y 157 para la del Pacífico. De ellas, 73 especies son comunes a ambas vertientes, 37 exclusivas a la vertiente Atlántica (33.3%) y 84 especies de la vertiente Pacífica (53%) (Mojica *et al.*, 2004). Aunque estas cifras podrían incrementarse al realizar muestreos e inventarios regionales que amplíen y permitan establecer con certeza la riqueza íctica de estas vertientes.

En el departamento del Cauca se localiza la denominada “Estrella Fluvial Colombiana”, donde se originan algunos de los ríos más importantes para el país. Igualmente, posee territorios en tres de las cinco grandes cuencas hidrográficas como son: la Amazónica, Caribe y Pacífica. Estos ecosistemas acuáticos poseen, además del recurso agua propiamente dicho, variados componentes biológicos, los cuales se constituyen en valiosos recursos naturales. <sup>1</sup>.

El Patía es el río más extenso de la vertiente Pacífica de Colombia y de Suramérica, con 400 Km. de curso. Su recorrido lo realiza con dirección sur, entre las cordilleras Central y Occidental, a la cual rompe en la depresión de la Hoz de Minamá, para entrar luego en la llanura del Pacífico. La cuenca del río Patía se encuentra entre el sudeste del departamento del Cauca y nordeste de Nariño. El régimen hidrológico de esta cuenca es bimodal, con dos períodos muy acentuados de lluvias durante el año, que corresponden a los meses de marzo a julio y de noviembre a enero. En general, la cuenca se enmarca dentro del sistema morfogénico de Montaña Media y Alto Andina<sup>2</sup>

El conocimiento de la íctiofauna del río Patía empezó con las colecciones realizadas en 1913 por Arthur Henn en Túquerres, Sardoná y las desembocaduras de los ríos Guátara, Telembí y Magüi. Ese mismo año, Charles Wilson muestreó la cuenca baja de los ríos Patía y Telembí. Los resultados de

---

<sup>1</sup><http://biologia.unicauca.edu.co/programas/desp%20ref/Enfasis%20II%20y%20seminario%20II%20en%20%20R.H.aspx>

<sup>2</sup> [http://www.colombiamania.com/geografia/index\\_geografia/index\\_geografia\\_hidrografia.html](http://www.colombiamania.com/geografia/index_geografia/index_geografia_hidrografia.html)

estas expediciones fueron publicados por Eigenmann y Fisher (1914); Eigenmann *et al.*, (1914); Eigenmann (1918, 1922) y Wilson (1916). Con base en esta información, Eigenmann (1920b) sostiene que la íctiofauna del río Patía tiene origen en los ríos Atrato y San Juan y no en los ríos Cauca (Colombia) o Guayas (norte de Ecuador) (Usma, 2001).

Posteriormente, para la cuenca Patía se han realizado estudios en algunos de sus afluentes, entre los que se encuentran los ríos Patía, Guiza, Hato Viejo, Sambingo y Guachicono:

Usma en el 2001 realizó un estudio de la íctiofauna de la cuenca media del río Patía y río Guiza, Nariño, Colombia; reportando 3 ordenes, 6 familias, 10 géneros y 16 especies en el cual la más abundante fue *Brycon henni* (29%) seguida por *Chaetostoma patiae* (14.2%).

Para la cuenca alta y media del río Patía se reportan 28 especies de las cuales cinco fueron encontradas para la parte alta de la cuenca del río Patía y 25 especies para la parte media. Tres de estas especies son introducidas (*Oreochromis niloticus*, *Poecilia reticulata*, *Prochilodus magdalenae*) (Lehmann *et al.*, 2005).

En la cuenca media del río Patía se realizó la caracterización ictiológica del río Hato Viejo en Mercaderes, Cauca, Colombia, registrando la presencia de 3 ordenes (Siluriformes, Characiformes y Perciformes), 7 familias, 10 géneros y 14 especies. (Palomino y Arteaga 1995).

Para los ríos Sambingo y Hato Viejo se reporta la presencia de 25 especies agrupadas en 16 géneros y 9 familias entre las cuales se encuentran cuatro especies introducidas (*Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Oncorhynchus mykiss* y *Pterygoplichthys undecimalis*) (Ayerbe *et al.*, 2006).

Para el río Guachicono, cuenca media del río Patía, se registraron un total de 20 especies nativas y una especie introducida (*Poecilia reticulata*) agrupadas en cuatro ordenes y 9 familias. De este estudio se destaca la presencia de un nuevo género de la familia Pseudopimelodidae, aún no descrito para la ciencia (Vega y Mueses, 2006).

La vertiente Caribe comprende los ríos que corren de sur a norte, entre los grandes valles interandinos y vierten sus aguas en el mar Caribe. Entre los más notables están: el río Atrato, río Sinú, río Catatumbo y río Magdalena.

El Cauca es el más importante entre los muchísimos afluentes del Magdalena. Nace en el Macizo Colombiano, corre entre las cordilleras Central y Occidental y

tributa sus aguas en el Magdalena, a la altura del departamento de Bolívar, después de regar una hoya hidrográfica cercana a los 62.000 km<sup>2</sup> de superficie<sup>3</sup>. En el río Cauca se desarrollan gran variedad de especies ícticas, que forman parte de la dieta alimenticia de un amplio sector de la población y/o intervienen en los niveles tróficos de la biota acuática (Vásquez *et al.*, 1993). Para este río se reportaron 99 especies de las cuales 47 se encuentran en la cuenca alta (Mojica, 1999), aunque con los nuevos registros establecidos, el número de especies puede sobrepasar las 60 para la parte alta (Lehmann, 1999).

Al confrontar las íctiofaunas del bajo y del alto río Cauca, se constata que la primera es igual a la del bajo Magdalena pero que la segunda no solo es la más pobre sino que presenta un considerable número de especies endémicas que puede atribuirse al aislamiento geográfico impuesto por el cañón del Cauca medio que, a lo largo de unos 350 Km. de cauce estrecho y aguas turbulentas, determinó hace millones de años una barrera fisiográfica muy eficaz (Patiño, 1973).

Los estudios ictiológicos desarrollados en la parte alta de río Cauca y sus pequeños tributarios son escasos, se destacan los trabajos realizados por Eigenmann (1913, 1917, 1921, 1922), Miles (1943) y Román-Valencia (1988, 1993, 1995).

Román-Valencia (1993) en la cuenca del río La Vieja que desemboca directamente al río Cauca registra la presencia de 31 especies ícticas, siendo las más abundantes *Argoptera magdalenensis* (32%), *Chaetostoma fisheri* (29%) y *Poecilia caucana* (13.45%).

En el departamento del Cauca, Vásquez *et al.*, (1992), realizaron muestreos en el embalse La Salvajina y su zona de influencia en el río Cauca. Los autores registraron 6 familias, 13 géneros y 17 especies. Posteriormente, Vásquez *et al.*, 1993, registraron para la misma zona, 8 familias distribuidas en 22 géneros y 25 especies.

En 2003, Zamora *et al.*, realizaron una recopilación de la información existente hasta el momento de La Salvajina y “aguas abajo”, mostrando un registro ictiológico total de 6 familias, 16 géneros y 19 especies, lo que señala una clara disminución en la biota presente en la zona al compararlo con estudios anteriores.

En la actualidad las especies dominantes en La Salvajina son exóticas: *Oreochromis niloticus* (Mojarra plateada), *Cichla ocellaris* (Tucunaré) y *Cyprinus carpio* var. *specularis* (Carpa espejo). Otras especies como *Pseudopimelodus bufonius* (Bagre-sapo), *Prochilodus reticulatus* (Bocachico), *Pimelodus grosskopfii* (Capaz), *Pimelodus clarias* (Nicuro), *Brycon henni* (Sabaleta) e *Ichthyoelephas longirostris* (Jetudo), son especies nativas e importantes en la región por su valor

---

<sup>3</sup> [http://www.colombiamania.com/geografia/index\\_geografia/index\\_geografia\\_hidrografia.html](http://www.colombiamania.com/geografia/index_geografia/index_geografia_hidrografia.html)



alimenticio y económico. Las especies que eventualmente han sido utilizadas como sustento de los pobladores en la región son: *Astyanax fasciatus* (Sardina), *Bryconamericus caucanus* (Sardina), *Astyanax caucanus* (Sardina), *Brycon rubricauda* (Sabaleta), *Panaque gibbosus* (Corroncho) y *Chaetostoma leucomelas* (Corroncho) (Zamora *et al.*, 2003).

Hay que aclarar que la represa constituye una barrera física que impide los ciclos migratorios a lo largo del río Cauca, razón por la cual las especies tienen que migrar hacia los tributarios para cumplir con sus respectivos ciclos lo cual ha sido demostrado con muestreos realizados en las confluencias de los ríos Inguitó, Ovejas, Timba y quebradas de relativa importancia hidrológica (Vásquez *et al.*, 1993).

Para caracterizar la ictiofauna de la microcuenca del río Cabuyal, cuenca del río Ovejas y uno de los afluentes del río Cauca en la parte alta, se establecieron 6 estaciones y se reportan 9 especies (Pechené y Rodríguez, 1996). En el río Ovejas, se reportan 7 familias, 11 subfamilias y 22 especies, aunque la oferta ambiental de la ictiofauna es baja y sólo soporta pesca ocasional y artesanal. Las características fisicoquímicas hídricas se encontraron dentro de los rangos normales para el desarrollo de la ictiofauna (Vásquez *et al.*, 1994).

Dos tributarios de la parte alta del río Cauca (río San Miguel y el Zanjón Bagazal) mostraron en su composición íctica 4 ordenes, 11 familias y 31 especies. Las especies más abundantes fueron *Bryconamericus caucanus* para el río San Miguel y *Characidium fasciatum* para el Zanjón Bagazal. Las variables que más determinaron la estructura de las comunidades de peces en cada estación y a su vez en las distintas corrientes de agua son: el tipo de flujo, la temperatura ambiente, la turbidez y el pH (Lehmann, 1999).

Para la microcuenca del río Molino y sus tributarios localizados en el municipio de Popayán se reportaron 4 familias y 6 especies entre las que se encuentran dos especies exóticas. De las especies locales se destacaron *Astroblepus grivalvii* y *Bryconamericus caucanus*. El río Molino es de gran importancia para el municipio, siendo una de las principales fuentes hídricas abastecedoras para el acueducto de Popayán. El número de especies reportadas es bajo debido a los pocos muestreos realizados y al gradiente altitudinal en el cual se encuentra el río (Mejía-Egas y Vega, 2005).

### **3.1 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA.**

Los peces se agrupan de acuerdo con la diversidad de su morfología, fisiología y distribución. La característica común a este grupo es la vida acuática, la presencia de aletas y la capacidad para respirar por medio de branquias. Actualmente se dividen en tres grupos: Ciclóstomos, Chondrichthyes y Osteichthyes. Dentro de estos grupos se sigue la subdivisión en órdenes, familias, géneros y especies.

Los listados de especies siguen el orden adoptado en ictiología de acuerdo con Reis *et al.*, (2003), que sigue aproximadamente y hasta donde se ha podido juzgar, la probable evolución filogenética. De esta forma las familias se presentan en orden sistemático, los géneros y especies dentro de cada familia siguen un orden alfabético (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005).

Para fines sistemáticos, es necesario hacer uso de los nombres científicos, que han sido adoptados de acuerdo a las reglas de la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica; únicos nombres que no dan lugar a confusión. Los nombres comunes aunque de gran utilidad para el uso diario, carecen de valor universal (Miles, 1943).

Para nombrar correctamente hasta el nivel de especie cada uno de los ejemplares se siguieron rigurosamente las claves taxonómicas de reconocidos autores y especialistas en ictiofauna neotropical como Eigenmann, 1921, 1922; Dahl, 1971; Gery, 1977 y Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005.

### **3.2 PARAMETROS FISICOQUIMICOS.**

Las comunidades que viven en los diferentes ecosistemas de aguas lólicas, están determinadas por las características fisicoquímicas del agua en la cual se desarrollan. Estas características influyen en la abundancia, distribución y en la interacción de la ictiofauna y su ambiente. Entre los pocos estudios que relacionan la distribución íctica con los parámetros fisicoquímicos se encuentran los de Power, 1988 y Arias, 2000.

Los ecosistemas tropicales presentan por lo regular una alta diversidad de especies; pero esta puede reducirse por condiciones naturales como aguas termales, aguas azufradas o ácidas o por condiciones creadas por el hombre.

Según Ortega *et al.*, (2003), entre los cambios habituales en la fauna de peces producida por cambios en las condiciones fisicoquímicas de los ríos se encuentran:

- Pérdida o declinación relativa de las especies cuando se producen cambios en el pH fuera del rango de tolerancia de la fauna íctica que presentara problemas reproductivos o de crecimiento.
- Pérdida de las formas de aguas más frías después de la deforestación como consecuencia del aumento de temperatura.
- Bajos niveles de  $\text{CO}_2$  impiden las actividades fotosintéticas y poca liberación de oxígeno al agua; lo cual genera un incremento en el pH con consecuencias fatales para los peces.
- La conductividad en el agua esta relacionada con la cantidad de nutrientes presentes en el medio. Como consecuencia las aguas con conductividades bajas tendrán poca productividad.
- Pérdida de especies que necesitan altos niveles de oxígeno en forma constante después de la eutrofización o de otros cambios, como el aumento de temperatura, que lleva a la reducción del oxígeno disuelto. Con frecuencia hay un aumento en la abundancia relativa de las formas con adaptaciones especializadas a bajos niveles de oxígeno, representando una pérdida de diversidad.
- Aumento en la incidencia de muerte de peces por anoxia, en particular durante la época de mayor temperatura ambiental.
- Declinación general de la riqueza y diversidad de las especies.

### **3.3 ANALISIS DE DIVERSIDAD**

La correcta evaluación de la biodiversidad provee información esencial para muchas ciencias biológicas, tales como la sistemática, biología de poblaciones y ecología, y resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta) (Moreno, 2001).

La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo; es conveniente presentar valores tanto de la riqueza como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos

parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad (Moreno, 2001).

### **3.3.1 Diversidad Alfa**

Según Moreno (2001), la gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, se dividen en dos grupos:

1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica);

2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.).

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran, 1988).

Para analizar la diversidad alfa de peces los índices mas usados son: riqueza específica, abundancia (índices de dominancia e índices de equidad), basados en Moreno (2001).

#### **3.3.1.1 Índices de Riqueza Específica**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

La riqueza específica (s).

Para determinar la riqueza específica de peces del área de estudio se determinará la cantidad de especies presentes en la zona (Moreno, 2001).

- Riqueza específica (S): Número total de especies dentro de una comunidad.

### 3.3.1.2 Índices de Estructura

Índices de abundancia proporcional.

Son aquellos que consideran el valor de importancia de cada especie y el número total de especies en la comunidad. Estos índices enfatizan ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad (Moreno, 2001).

Índices de dominancia.

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

- Índice de Simpson: Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Moreno, 2001).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Índices de Equidad.

Son aquellos que determinan la diversidad basados principalmente en el concepto de equidad (Moreno, 2001). Entre ellos se encuentran:

- Índice de Shannon-Wiener: Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001).

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

- Equidad de Pielou: Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

### 3.3.2 Diversidad Beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales. A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión

diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), (Magurran, 1988).

### 3.3.2.1 Índices de similitud/disimilitud con datos cuantitativos.

Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras. Sin embargo, a partir de un valor de similitud ( $s$ ) se puede calcular fácilmente la disimilitud ( $d$ ) entre las muestras:  $d=1-s$  (Magurran, 1988). Estos índices pueden obtenerse con base en datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Moreno, 2001).

Coeficiente de similitud de Sørensen para datos cuantitativos.

$$I_{Scuant} = 2pN / aN + bN$$

Donde

$aN$  = número total de individuos en el sitio A

$bN$  = número total de individuos en el sitio B

$pN$  = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios (Magurran, 1988).

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conocimiento que se tiene de la fauna íctica de los ríos Palacé (cuenca alta del río Cauca), Timbío (cuenca alta del río Patía) y sus pequeños afluentes es aún mínimo, por lo que realizar una caracterización específica de este grupo animal en estos ríos es de suma importancia, más si se tiene en cuenta el papel que los peces desempeñan en las redes tróficas de los ecosistemas acuáticos.

Igualmente, la distribución actual de los peces de agua dulce se podrá explicar mejor cuando los conocimientos sistemáticos y taxonómicos alcancen un mayor nivel de comprensión, por que un serio problema en los estudios biogeográficos es la ignorancia en cuanto a las relaciones filogenéticas entre especies, géneros y aún entre ciertas familias; esto sumado a la insuficiente información bioecológica y a la dificultad de identificación y clasificación adecuada de algunas especies (Cala, 1990).

Los ríos Palacé y Timbío están separados por la formación Popayán, en la cuál no existen grandes elevaciones (alrededor de los 1800 m), en la llamada Cuchilla del Tambo o Dintel de Popayán (Hernández-Camacho, 1992), lugar donde se encuentra la división de las aguas entre las vertientes del Caribe y Pacífico (Eigenmann, 1920a). Eigenmann (1920a) mencionó como algo singular la poca o ninguna similitud existente entre las formas del alto Cauca y el Patía a pesar de estar separadas por una divisoria de aguas de relativamente poca elevación, el presente trabajo permitió establecer si esta afirmación es valida para los afluentes menores de la parte alta de estas cuencas o si sólo tiene validez considerando el total de especies de cada cuenca.

Aunque la divisoria de aguas es tan baja, es probable que existan diferencias con respecto a las especies encontradas en cada río y se ha mencionado que la íctiofauna del río Patía tiene origen en los ríos Atrato y San Juan y no en los ríos Cauca o Guayas (norte de Ecuador) (Eigenmann, 1920b) y que no existe ninguna similitud entre las especies del alto Cauca y el Patía (Eigenmann, 1920a). Por esto, con este trabajo se busca estimar en que magnitud son similares o diferentes la composición y estructura proporcional de las comunidades ícticas de las dos cuencas y analizar cuales son las posibles razones de estas diferencias o semejanzas, considerando algunos aspectos biogeográficos y de las características físicas y químicas del agua.

## 5. JUSTIFICACIÓN

Son pocos los estudios que se han realizado acerca de los peces en el departamento del Cauca y aún no existen investigaciones que determinen taxonómicamente y comparen la fauna íctica presente en los ríos Palacé y Timbío y establezcan las causas de sus semejanzas y/o diferencias.

Los ríos Palacé y Timbío pertenecen a dos cuencas hidrográficas diferentes Cauca y Patía que a su vez pertenecen a dos vertientes diferentes Caribe y Pacífica. Aunque se encuentran a una altura sobre el nivel del mar similar en el área donde se establece la divisoria de las cuencas es probable que la comunidad de peces de cada río sea diferente.

Además aún persisten grandes vacíos de conocimiento sobre la distribución de las especies, particularmente de la vertiente del Pacífico. Sin duda, el levantamiento de inventarios detallados aportarán luces para el entendimiento de fenómenos de especiación, dispersión y extinción de las especies dulceacuícolas de la región y del país (Mojica *et al.*, 2004).

En vista de los problemas que afectan nuestros ecosistemas, sin que se conozca o profundice en los aspectos bióticos o abióticos de los ríos, es necesario realizar investigaciones que contribuyan a dicho conocimiento y que ayuden a entender la estructura de la comunidad íctica en estas cuencas.



## 6. METODOLOGIA

### 6.1. ÁREA DE ESTUDIO

El departamento del Cauca se encuentra localizado en el suroeste del país. Limita al norte con los departamentos del Valle del Cauca y Tolima, al oriente con los departamentos de Huila y Caquetá, al sur con los departamentos de Putumayo y Nariño, y al occidente con el océano Pacífico.

El sistema hídrico del departamento contiene tres cuencas muy importantes entre las que se encuentran la del río Patía a la cual pertenece el río Timbío y la del río Cauca a la cual pertenece el río Palacé.

Los valles de Patía y Cauca poseen condiciones ecológicas más o menos semejantes y presentan muchas especies vegetales comunes a las dos regiones entre los 1.000 – 2000 msnm, rango altitudinal donde se desarrollara el trabajo. Se encuentran separados por la denominada Formación Geológica de Popayán, que constituye un relleno volcánico–sedimentar de origen reciente a 1700 – 1800 metros sobre el nivel del mar, lo cual no es una barrera insalvable como lo son las cordilleras Central y Occidental; si bien es cierto que hacia el sur, el cañón del río Patía a través de la Cordillera Occidental, ofrece otra alternativa de dispersión o migración hacia el Litoral pacífico; es importante considerar que las selvas tropicales húmedas del pacífico constituyen un hábitat muy diferente al del valle del Patía. (Negret, 1990)

El río Cauca nace en el Páramo de Sotará en el departamento del Cauca, su curso se halla encauzado entre las cordilleras Central y Occidental y en el área que corresponde al Macizo. Recibe afluentes importantes como los ríos: Palacé, Negro, Piendamó, Ovejas, Desbaratado, Palo, Fraile, Salado y Hondo.

La cuenca alta del río Cauca ocupa el área del sur occidente del departamento del Cauca y oriente del departamento del Valle del Cauca. Geográficamente se encuentra entre el flanco occidental de la cordillera Central y el flanco oriental de la cordillera Occidental, ocupando las divisorias alturas hacia el Oriente desde 3500 a 4000 msnm y al Occidente entre 2000 y 2500 msnm. Geomorfológicamente se ubica en el Sistema de Montaña Media y Alto Andina<sup>4</sup>.

El río Palacé se forma a partir de las aguas de escorrentía superficial del cerro Pozonero a 3500 msnm, las cuales forman una amplia laguna denominada Calvache, de la cual se origina el cauce principal del río. Su cuenca tiene una

---

<sup>4</sup> [http://www.colombiamania.com/geografia/index\\_geografia/index\\_geografia\\_hidrografia.html](http://www.colombiamania.com/geografia/index_geografia/index_geografia_hidrografia.html)

extensión de 65.250 Ha hasta su desembocadura al río Cauca en el municipio de Popayán (Municipio de Popayán, 2000). Este río se encuentra en la denominada Formación Popayán, la cual presenta una definición estratigráfica compleja debido a que es una formación de relleno de origen mixto, que reposa discordantemente sobre rocas del Paleozoico al Terciario. La edad de la Formación Popayán no está claramente establecida, sin embargo, con base en correlaciones estratigráficas y relaciones de campo, además de algunas dataciones existentes, se asigna al Plioceno-Holoceno (Torres, 1997).

El río Palacé se considera de tercer orden, recibiendo en su trayecto numerosos tributarios entre los que se destacan río Blanco, Guangubio, Agua Colorada y Mota. Sobre el recorrido se localizan pequeños asentamientos humanos como Gabriel López, Polindara, Calibío y La Rejoya. El río atraviesa zonas de vegetación graminoide de páramo, bosques con vegetación mal formada en zonas escarpadas de cordillera y áreas de pastos y agricultura establecida. Es posible observar a lo largo del recorrido pequeños bosques de galería con dominancia de Roble (*Quercus humboldtii*). El río atraviesa las formaciones vegetales de bosque húmedo premontano (bh-PM) (Castillo *et al.*, 1991).

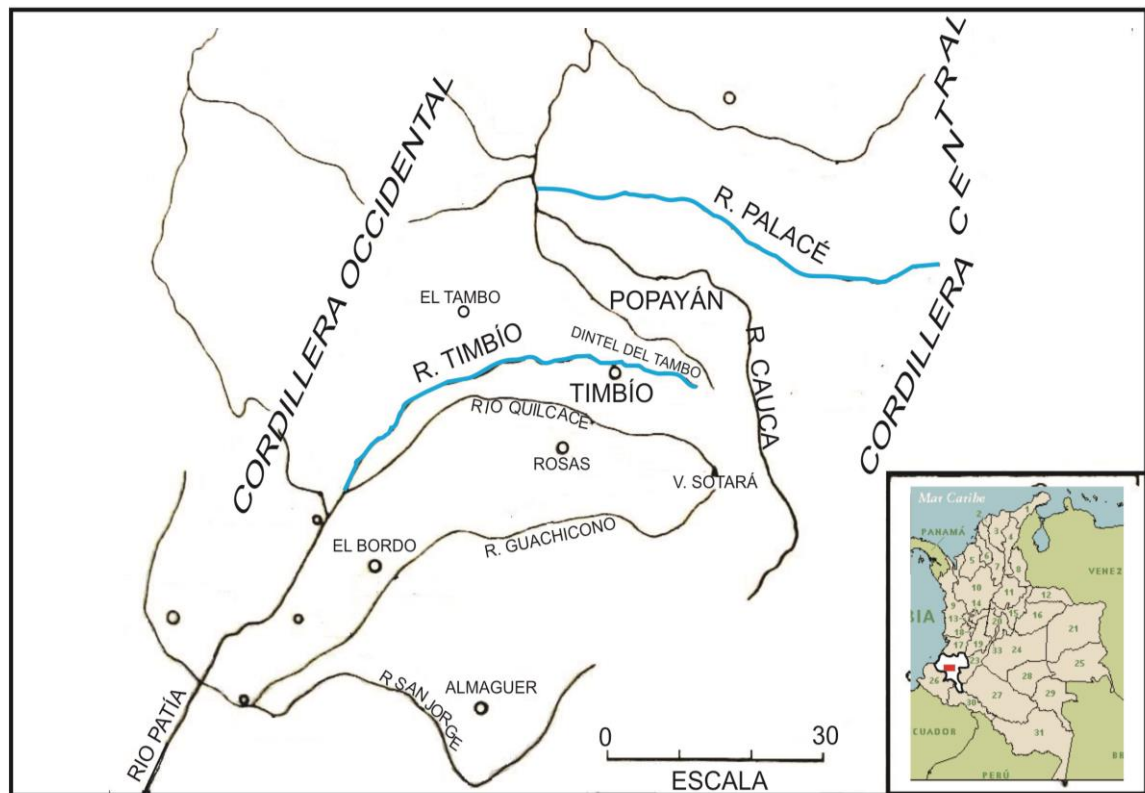
En el cañón del río Palacé se encuentran depósitos con un espesor aproximado de 100 m. de flujos de escombros transportados por el mismo. Los flujos descansan discordantemente para conformar en esta zona la unidad denominada Miembro Palacé. Los depósitos de flujos de escombros presentan líticos dispuestos caóticamente con un porcentaje que fluctúa entre 50% y 70%. Su composición es variada, comúnmente son fragmentos y bloque de andésitas, en alta proporción, además, basaltos y en menor cantidad, esquistos. Los cantos son redondeados a subredondeados, con diámetros entre 10 cm. y 2 m. La matriz es arcillo-arenosa pasando a areno-arcillosa de colores naranja o gris; es algunos sectores presenta un grado de meteorización mayor que los fragmentos y los bloques que contiene (Torres, 1997)

La cuenca del río Patía tiene un área de 7020 km<sup>2</sup> hasta la desembocadura del río Guaitara, punto límite considerado para esta cuenca, y una longitud de 175 km. El río Timbío tiene su origen en las montañas entre Sotará y Paletará en el punto denominado El Salado. Desde su origen hasta bajar al norte del pueblo de Timbío tiene el nombre de esta población. El río Timbío toma el nombre de río Patía en el punto denominado Juntas al afluirle el río Quilcacé. (Fernández y Fernández, 1992).

El río Timbío se encuentra en el sur del municipio de Timbío (Figura 1), con una extensión de 556,52 Km<sup>2</sup>, su cauce principal tiene una longitud de 53,4 Km., con elevaciones promedias de 1.570 msnm, con suelos limitados por material parental, excesivamente drenados, baja fertilidad y ácidos. Con climas cálidos, húmedos y secos en la parte baja hasta fríos húmedos a partir de la cota 1.900 msnm (GEOSIG, 2001).

El valle del Patía forma parte de la Formación del Galeón, constituida por lavas andesíticas, piroclásticas y rocas volcano-sedimentarias cuyas fuentes son el volcán Sotará y otras estructuras volcánicas ubicadas al sur de este. Litológicamente es similar a la Formación Popayán, por lo cual se ha considerado que constituyen una sola unidad, sin embargo, sus depósitos distales tienen mayor aporte sedimentario que los de la Formación Popayán y sus fuentes posiblemente son diferentes (Torres, 1997).

**Figura 1.** Localización de los ríos Palacé y Timbío y la divisoria de aguas.



**Fuente:** Negret, 1990 y Microsoft Encarta, 2006.

## 6.2. METODOS DE MUESTREO.

### 6.2.1 Fase de Campo.

#### 6.2.1.1 Captura de especímenes.

Se ubicaron seis estaciones de muestreo en cada una de las dos cuencas a diferentes cotas altitudinales (Tablas 1, 2 y Figuras 2 y 3). Se realizaron cuatro muestreos de 5 días de duración a lo largo de cada uno de los ríos Palacé, Timbío y algunos de sus tributarios. Para cada cuenca, se establecieron las estaciones abarcando la heterogeneidad de ambientes acuáticos presentes en un gradiente altitudinal comprendido entre los 1.000 y 2.000 msnm.

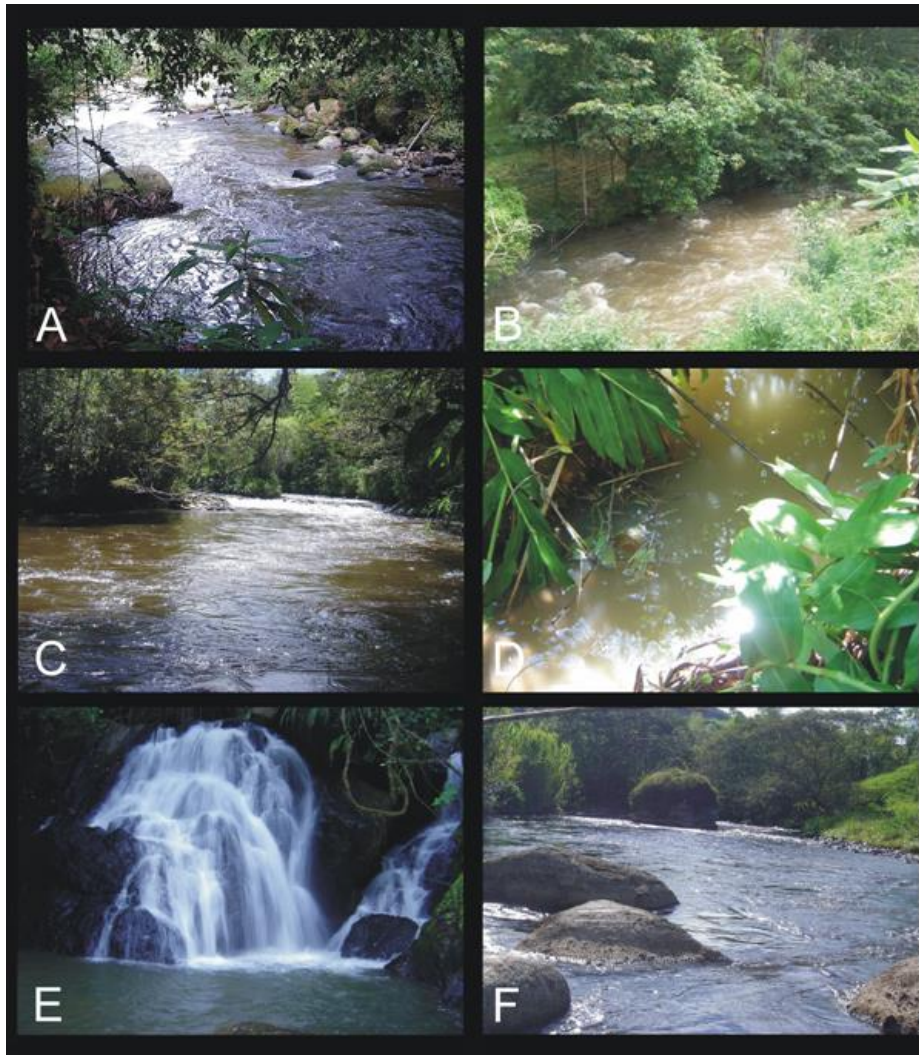
En cada estación se realizaron tres arrastres consecutivos por muestreo con una red agallera y se utilizaron métodos complementarios como anzuelo y captura con atarraya con el fin de obtener el mayor número de especies presentes en el área de estudio teniendo en cuenta que los peces son uno de los grupos de vertebrados con mayor diversificación morfológica, lo cual ha permitido que usen múltiples hábitats (Maldonado *et al.*, 2005).

Se colectaron 339 ejemplares testigo que representan las diferentes especies presentes en cada estación. Estos ejemplares se fijaron *in situ* en formol al 10% de concentración luego se empacaron en bolsas de cierre hermético debidamente etiquetadas con la información de cada estación de colecta.

**Tabla 1.** Estaciones de muestreo en la cuenca del río Palacé.

<b>Estación</b>	<b>Vereda</b>	<b>Municipio</b>	<b>Altitud</b>	<b>Coordenadas</b>
A	La Victoria	Totoró	1.781	2°32'24"N 76°32'05"W
B	Calibío	Popayán	1.700	02°29'N 76°31'W
C	Las Mercedes	Popayán	1.562	2°33'25"N 76°43'11"W
D	Las Mercedes	Popayán	1.510	2°33'45"N 76°43'04"W
E	Gualimbío	Popayán	1.538	2°32'12"N 76°44'08"W
F	El Culebreado	Cajibío	1.432	2°33'47"N 76°43'41"W

**Figura 2.** Estaciones de muestreo en la cuenca del río Palacé: A. La Victoria, B. Calibío, C.y D. Las Mercedes, E. Gualimbío, F. El Culebreado.

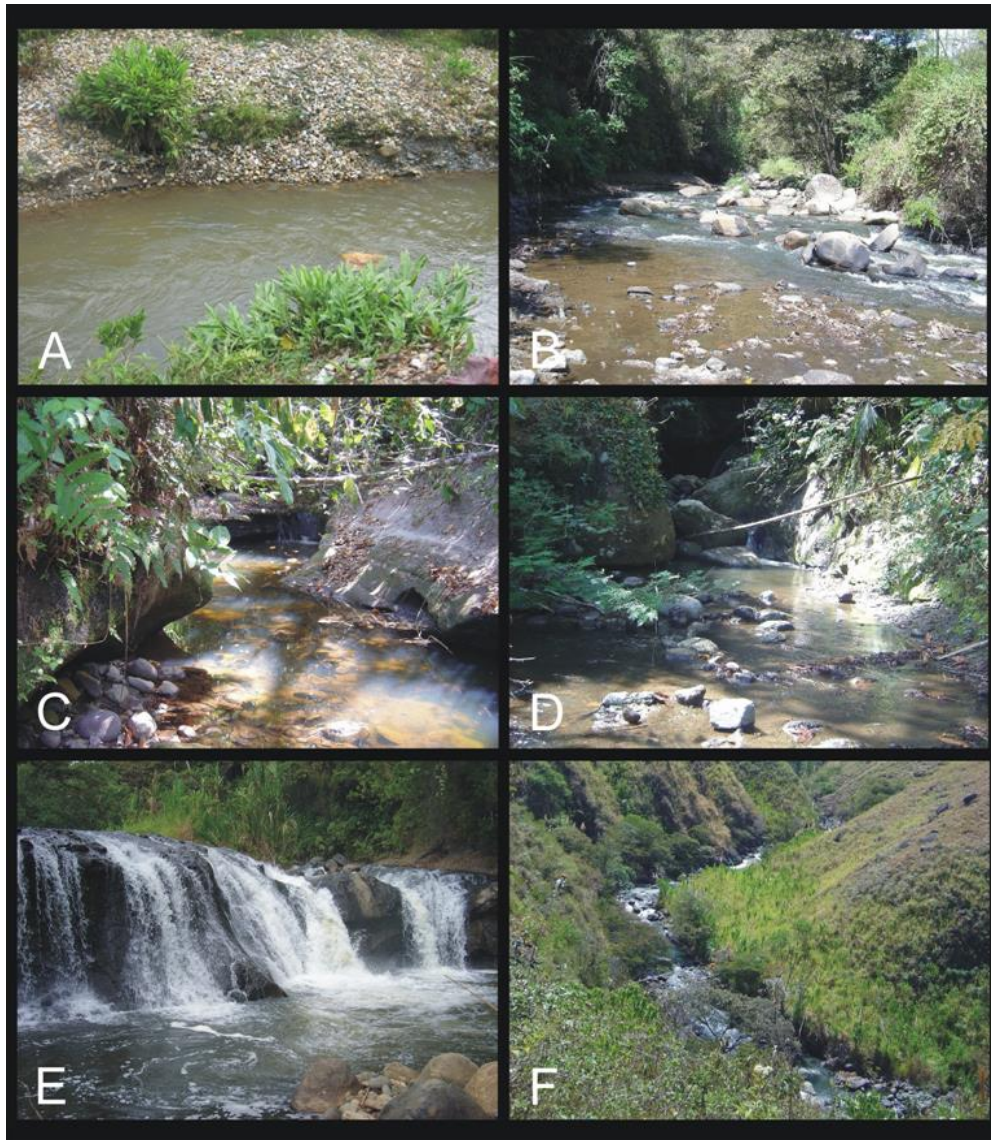


**Tabla 2.** Estaciones de muestreo en la cuenca del río Timbío.

Estación	Vereda	Municipio	Altitud	Coordenadas
A	El Platanillal	Timbío	1.859	2°50'09"N 76°34'13"W
B	Alto del Credo	El Tambo	1.520	2°23'05"N, 76°48'49"W
C	Alto del Credo	El Tambo	1.530	2°23'18"N 76°46'58"W
D	Pomorroso	El Tambo	1.278	2°23'15"N, 76°47'23"W
E	Versalles	El Tambo	1.171	2°23'05"N, 76°48'41"W
F	Versalles	El Tambo	1.049	



**Figura 3.** Estaciones de muestreo en la cuenca del río Timbío: A. El Platanillal, B. y C. Alto de Credo, D. Pomorroso, E. y F. Versalles.



#### 6.2.1.2 Medición de Parámetros Físico-químicos.

Para realizar el análisis de los parámetros físico-químicos en cada uno de los sitios de muestreo de los ríos Palacé y Timbío se midió: Temperatura ambiente y del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) con la ayuda de un termómetro, Concentración de Oxígeno disuelto (mg/L), Gas carbónico (mg/L) e hidrogeniones (pH) con kits de colorimetría marca Aquamerck y Conductividad con un conductivímetro-Salinómetro-Teletermómetro marca YSI. Estos parámetros físicoquímicos fueron medidos entre las 11:00 a.m. y

12:00 del medio día en cada una de las estaciones ubicadas en los ríos Palacé y Timbío.

Los datos se registraron en fichas de evaluación, donde se detalló la ubicación geográfica y parámetros limnológicos en cada una de las estaciones de muestreo.

## **6.2.2 Fase de Laboratorio.**

### **6.2.2.1 Determinación de los Especímenes.**

Los ejemplares colectados se depositaron en frascos de vidrio con alcohol etílico al 75% de concentración para su adecuada conservación.

La determinación taxonómica de los ejemplares se hizo con base en las claves taxonómicas propuestas por Dahl (1971), Eigenmann (1921, 1922), Gery (1977) y Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005 además de comparaciones con ejemplares de la colección de referencia de ictiología del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) y del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (IC-MHNUC), donde quedaron depositados los ejemplares colectados.

## **6.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS**

Para estimar la diversidad Alfa (riqueza y estructura) y Beta (similitud) de la comunidad íctica a partir de la información de las dos cuencas se determinó la Riqueza específica y se calcularon los índices de Simpson, Shannon – Wiener y Equidad de Pielou.

Los datos de la fauna íctica presente en las dos cuencas se compararon entre sí para observar si existe diferencia entre las comunidades de peces, utilizando el Coeficiente de similitud de Sorensen y la comparación de índices de Shannon-Wiener y Simpson según Moreno (2001). Las pruebas se realizaron con nivel de significancia de 0.05, según Zar (1984).

## 7. RESULTADOS

### 7.1 DIVERSIDAD ALFA

#### 7.1.1 Riqueza Específica.

Empleando las diferentes técnicas de captura se colectó un total de 339 individuos pertenecientes a siete familias, nueve géneros y 16 especies, de las cuales una es introducida (*Xiphophorus hellerii*). Los géneros exclusivos para cada cuenca fueron cuatro, dos para la cuenca del río Cauca (*Lebiasina* y *Xiphophorus*) y dos para la cuenca del río Patía (*Pimelodella* y *Rhamdia*) mientras que las especies *Astroblepus grixalvii* y *Brycon henni* fueron capturadas en ambas cuencas (figuras 4 y 5).

De las 16 especies encontradas seis son exclusivas para la cuenca del río Palacé y ocho para la cuenca del río Timbío (Tabla 3).

La especie más capturada en la cuenca del río Palacé fue *Bryconamericus caucanus* (113 individuos), seguida de *Trichomycterus caliense* (31 individuos) mientras que *Bryconamericus andresoi* (120 individuos) fue la más abundante en la cuenca del río Timbío. La abundancia relativa de las especies capturadas en las dos cuencas se presenta en las figuras 6 y 7.

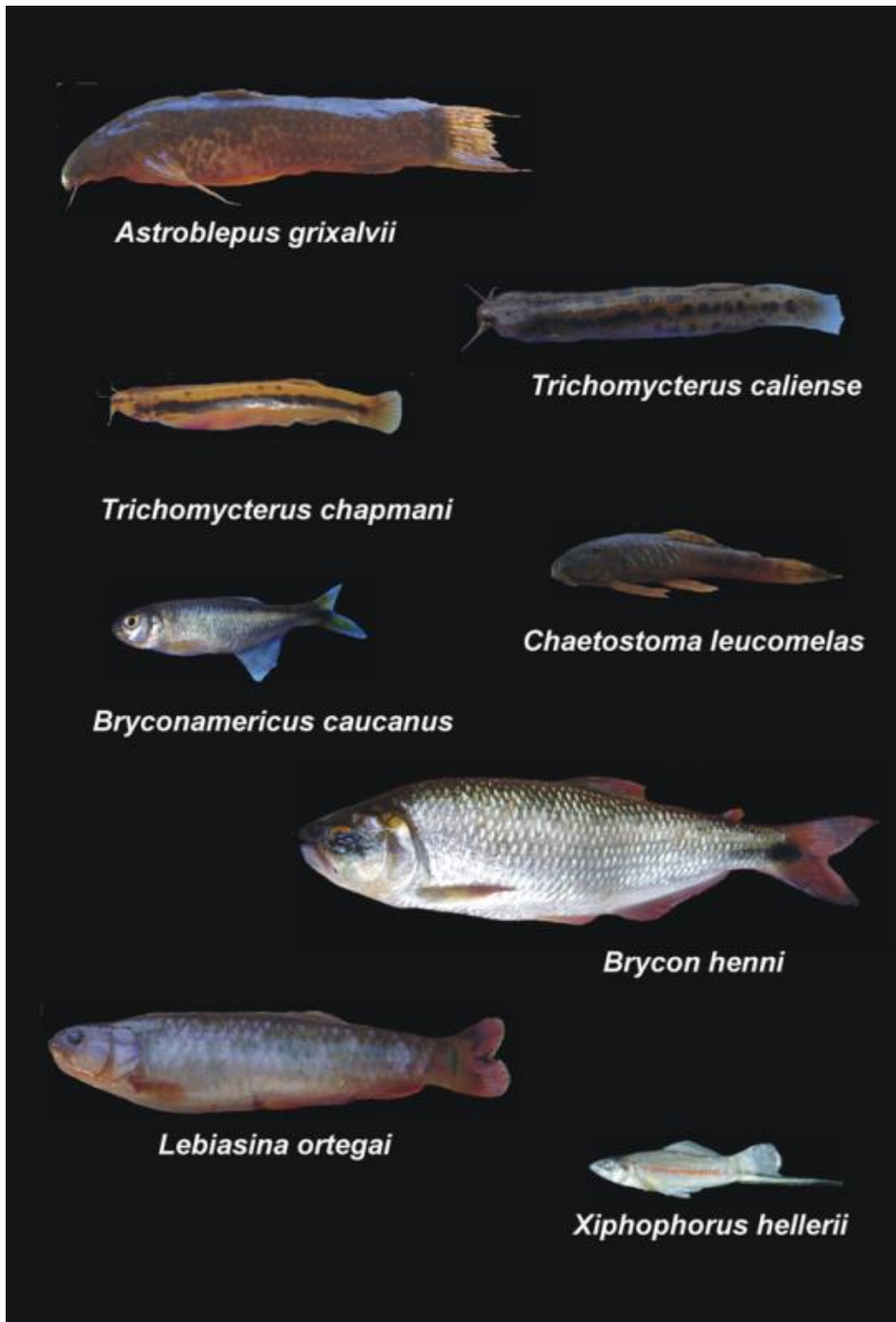
**Tabla 3:** Lista taxonómica de la fauna íctica de los ríos Palacé y Timbío en un rango altitudinal comprendido entre los 1000 y 2000 msnm.

Orden	Familia	Especie	Río Palacé	Río Timbío
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus andresoi</i>		120
		<i>Bryconamericus caucanus</i>	113	
		<i>Bryconamericus sp.</i>		2
		<i>Brycon henni</i>	10	2
		<i>Brycon sp.</i>		2
Siluriformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina ortegai</i>	2	
	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus caliense</i>	31	
		<i>Trichomycterus chapmani</i>	7	
		<i>Trichomycterus sp.</i>		2
	Astroblepidae	<i>Astroblepus chotae</i>		1
		<i>Astroblepus grixalvii</i>	14	8
	Loricariidae	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	9	
		<i>Chaetostoma patie</i>		2
	Heptateridae	<i>Pimelodella eutaenia</i>		2
		<i>Rhamdia quelen</i>		9
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Xiphophorus helleri</i>	3	
Subtotales			189	150
Total				339



Todos los ejemplares colectados fueron depositados en la Colección de referencia en Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

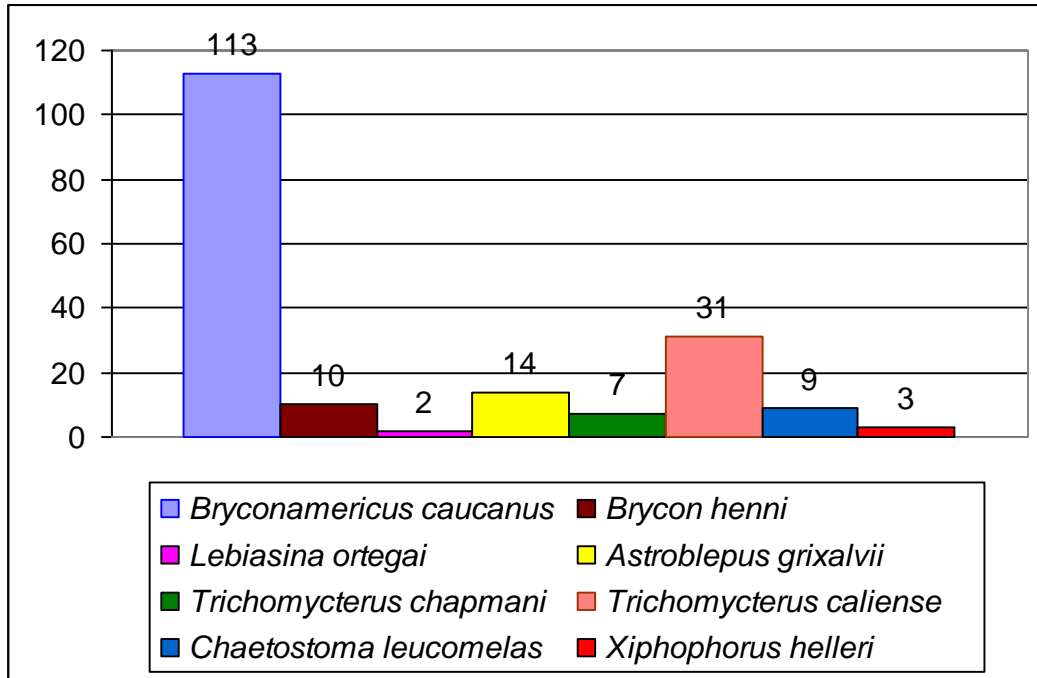
**Figura 4.** Peces de la cuenca del río Palacé, en un rango altitudinal comprendido entre los 1000 y 2000 msnm.



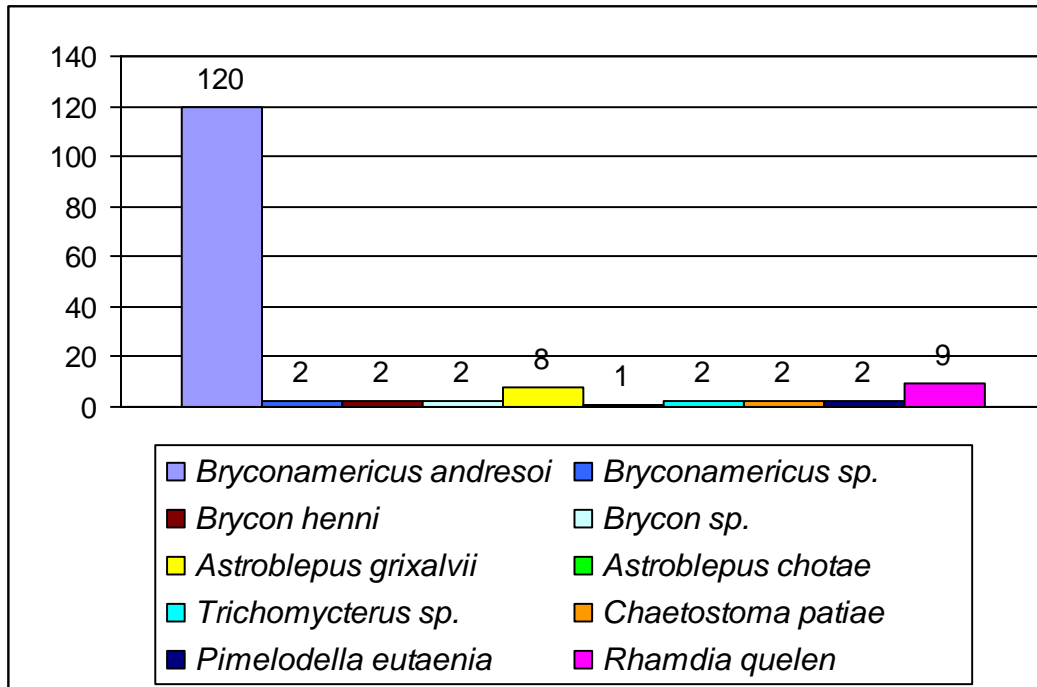
**Figura 5.** Peces de la cuenca del río Timbío, en un rango altitudinal comprendido entre los 1000 y 2000 msnm.



**Figura 6.** Abundancia relativa de las especies en la cuenca del río Palacé



**Figura 7.** Abundancia relativa de las especies en la cuenca del río Timbío.



## 7.1.2 Índices de Estructura

### 7.1.2.1 Índices de Dominancia

#### 7.1.2.1.1 Índice de Simpson

Al comparar las dos cuencas, el valor más alto para este índice se registró en la cuenca del río Timbío (0,6451) y el valor más bajo lo presentó la cuenca del río Palacé (0,395388) (Tabla 4).

### 7.1.2.2 Índices de equidad

#### 7.1.2.2.1 Shannon-Wiener

Comparando los muestreos por cuenca encontramos que el valor más alto se encuentra en el río Palacé (1,3255), mientras que el valor más bajo (0,8724) se presenta en el río Timbío (Tabla 4).

#### 7.1.2.2.2 Equidad de Pielou

Las medidas de la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada para los ríos Palacé y Timbío fueron 0,6374 y 0,3788 respectivamente (Tabla 4).

**Tabla 4:** Comparación de la comunidad de peces de los ríos Palacé, Timbío y algunos de sus afluentes cuantitativa y cualitativamente.

INDICES	VALOR	
	RÍO PALACÉ	RÍO TIMBÍO
Simpson	0,3934	0,6451
Shannon-Wiener	1,3255	0,8724
Equidad de Pielou	0,6374	0,3788

## 7.2 DIVERSIDAD BETA

### 7.2.1 Coeficiente de similitud de Sørensen para datos cuantitativos.

El índice es igual a 1 en casos de similaridad completa, que es cuando los dos grupos de especies son idénticos, y 0 si los sitios son disimilares y no tienen especies en común. Si los sitios son poco similares el valor tiende a cero. Teniendo en cuenta lo anterior el valor de 0,05899705 (Tabla 5) es un valor que refleja poca similaridad entre las especies de la cuenca del río Timbío y la cuenca del río Palacé.

### 7.2.2. Comparación de índices de Shannon – Wiener.

El valor de t obtenido para la comparación del Índice de Shannon-Wiener entre las dos cuencas fue (3,3147). En tablas estadísticas el valor de la distribución de t para los grados de libertad (339) calculados:  $t: 0.05 (2) \text{ g.l.: } 339 = 1.96$  (Tabla 5).

### 7.2.3 Comparación de índices de Simpson.

Al comparar el resultado obtenido para la comparación del índice de Simpson entre las dos cuencas (30,4936) con el valor del estadístico t con nivel de significancia de 0.05, según Zar (1984) se observa que el resultado obtenido es mucho mayor al presente en la tabla  $t: 0.05 (2) \text{ g.l.: } 339 = 1.96$  (Tabla 5).

**Tabla 5.** Diversidad Beta

INDICES	VALOR
Coeficiente de similitud de Sørensen para datos cuantitativos	0,0589
Comparación de índices de Shannon – Wiener	3,3147
Comparación de índices de Simpson	30,4936

### 7.3 INFORMACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS RÍOS ESTUDIADOS.

Los valores obtenidos en la evaluación de los parámetros fisicoquímicos en los ríos no presentan variaciones considerables entre las cuencas, siendo muy similares entre si y presentando rangos adecuados para el buen desarrollo y establecimiento de comunidades ícticas en estos sistemas lóticos. Los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de los dos ríos se resumen en la Tabla 6 y 7.

**Tabla 6.** Valores de los parámetros fisicoquímicos medidos en las estaciones establecidas Cuenca río Palacé.

Parámetro	Victoria	Calibío	Trapiche	Gualimbío	Mercedes	Culebreado
Coordenadas	2°32'24"N 76°32'05"W	02°29'N. 76°31'W	2°33'25"N 76°43'11"W	2°32'12"N 76°44'08"W	2°33'45"N 76°43'04"W	2°33'47"N 76°43'41"W
Altitud (msnm)	1832	1700	1562	1538	1510	1432
Temperatura ambiental ( °C)	18.9	21.4	23.5	21.6	23.3	23.7
Temperatura del agua ( °C)	16.9	16.2	16.3	16.8	16.6	17.1
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.1	6.8	5.7	6.6	6.6	6.0
Gas carbónico disuelto (mg/L)	1.5	2.0	2.4	2.3	3.8	4.6
pH	7.0–7.5	7.0–7.5	7.0–7.5	7.0–7.5	7.0–7.5	7.0–7.5
Conductividad (µmhos)	123	135	130	121	133	141

**Tabla 7.** Valores de los parámetros fisicoquímicos medidos en las estaciones establecidas en la Cuenca río Timbío.

PARAMETRO	Platanillal	Timbío	El Credo	Pomorroso	Versalles	Versalles
Coordenadas	2°50'09"N 76°34'13"W	02°23'05"N, 76°48'49"W	2°23'18"N 76°46'58"W	2°23'15"N, 76°47'23"W	02°23'05"N, 76°48'41"W	
Altitud (msnm)	1859	1520	1350	1278	1171	1049
Temperatura ambiental ( °C)	19.6	21.4	22.8	23.2	25.0	25.4
Temperatura del agua ( °C)	16.1	16.8	17.00	17.00	17.1	17.2
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.2	6.7	6.3	6.3	6.4	6.1
Gas carbónico disuelto (mg/L)	2.7	3.8	4.3	4.6	5.2	5.5
pH	7.0–7.5	7.0–7.5	7.0–7.5	7.0–7.5	7.0–7.5	7.0–7.5
Conductividad (µmhos)	108	124	112	114	136	145

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 RIQUEZA ESPECÍFICA

Para la cuenca alta del río Cauca han sido registradas 85 especies (69 nativas y 16 introducidas) (Ortega-Lara *et al.*, 2006 a) mientras que para el total de la cuenca del río Patía han sido registradas 48 especies (43 nativas y 5 introducidas) (Ortega-Lara *et al.*, 2006 b) compartiendo 15 especies entre las cuencas. Aunque no existen estudios anteriores enfocados en trabajar la parte alta de las cuencas de los ríos Palacé y/o Timbío ha sido registrada la presencia de 19 especies en el área abarcada en el presente estudio (Anexo 1), con cinco especies en común: *Brycon henni*, *Astroblepus grivalvii*, *Chaetostoma leucomelas*, *Rhamdia quelen* y *Poecilia caucana* (Eigenmann, 1922; Mojica *et al.*, 2002; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005; Lehmann *et al.*, 2005; Ortega-Lara *et al.*, 2006a b), de las cuales *Brycon henni* y *Astroblepus grivalvii* también fueron registradas como compartidas en este estudio mientras que de las tres restantes dos fueron colectadas solo para una de las cuencas lo cual puede estar influenciado por el rango altitudinal que abarco este trabajo y la especie *Poecilia caucana* no fue colectada aunque se muestreo en pequeños afluentes o charcos a las orillas de los ríos que suelen ser lugares de preferencia para esta especie.

Estos autores mencionaron la presencia de cinco especies no registradas en el presente estudio: *Parodon caliensis*, *Saccodon dariensis*, *Poecilia caucana*, *Poecilia reticulata* y *Oncorhynchus mykiss*; siendo las dos últimas introducidas.

Como en los trabajos anteriores, en el presente estudio hay una clara dominancia de los ordenes Characiformes y Siluriformes en ambas cuencas, con la presencia de cuatro familias compartidas de las siete presentes. A nivel de especies hay una clara diferencia entre ambas cuencas, registrando 16 especies diferentes de las cuales solo dos son compartidas.

Esto ratifica lo expresado por Eigenmann (1920a) quien menciona como algo singular la poca o ninguna similitud existente entre las formas del alto Cauca y el Patía a pesar de estar separadas por una divisoria de aguas de relativamente poca elevación, el presente trabajo permitió establecer que esta afirmación es válida para los afluentes menores de la parte alta de estas cuencas.

A partir de Carl H. Eigenmann (1909) el esquema básico de la ictiogeografía continental de la Región Neotrópica ha sido aceptado por casi todos los científicos y los aportes posteriores no lo han modificado de manera excesiva. Solamente han sido necesarios algunos reajustes, precisar áreas críticas muy poco conocidas hace varias décadas atrás y analizar procesos regionales y locales que

Eigenmann no pudo ver (Ringuelet, 1975). Como es el caso de este estudio que confirma a nivel regional y para la parte alta de las cuencas de los ríos Palacé y Timbío que la hipótesis que Eigenmann (1920a) planteo para las vertientes Caribe y Pacífica se cumple también para los afluentes menores de la parte alta de las cuencas de los ríos Cauca y Patía.

La distribución actual de los peces se podrá explicar mejor cuando los conocimientos sistemáticos y taxonómicos alcancen un mayor nivel de comprensión (Cala, 1990). Sin embargo, hay un importante incremento en los datos de distribución disponible, los cuales podrían usarse para conservación o como una propuesta biogeográfica (Huber y Renno, 2006).

Un serio problema en relación con los estudios biogeográficos de los peces dulceacuícolas suramericanos es la ignorancia en cuanto a las relaciones filogenéticas existentes entre las distintas especies, géneros, y aún entre ciertas familias (Cala, 1990); para la mayoría de peces de Suramérica, aún son escasas las hipótesis filogenéticas fuertes y detalladas (Huber y Renno, 2006).

Los datos de este trabajo aportan a esclarecer la distribución actual a escala regional, de las especies de peces en las cuencas de los ríos Palacé y Timbío que puede ser relacionados luego con los de otras cuencas para ir elucidando los eventos de diversificación y especiación. Es probable que la diferencia entre las faunas de las dos cuencas a nivel específico pueda estar influenciada por eventos de vicarianza, pero desafortunadamente aún son incipientes los estudios que señalen las relaciones interespecíficas de las especies registradas en el área de estudio.

Según Huber y Renno (2006) hubo una importante etapa de diversificación, relacionada a múltiples eventos de dispersión, precedentes a las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno por lo que la historia biogeográfica de los peces de agua dulce de sur América puede ser mucho mas compleja de lo que se esperaba, mientras que la hipótesis de la diversificación en sur América, ha sido especialmente basada con eventos de vicarianza y procesos de dispersión.

## **8.2 DIVERSIDAD**

### **8.2.1 Índice de Simpson**

Considerando que entre más alto es el valor para este índice, aumenta la diversidad, los valores obtenidos para el presente estudio muestran que la diversidad para la cuenca del río Palacé fue mas baja (0,3934) mientras que para la cuenca del río Timbío fue de 0,6451 indicando una mayor diversidad.



La diferencia entre las dos cuencas, se explica debido a que el índice es sensitivo al número de individuos colectados (Magurran, 1988). El índice de Simpson puede resaltar la dominancia de unas cuantas especies como es el caso de este estudio en el que hay una clara dominancia de las especies *Bryconamericus caucanus* y *Bryconamericus andresoi* en las cuencas de los ríos Palacé y Timbío respectivamente ya que estas son las únicas especies que pasan de 100 individuos colectados en la totalidad de los muestreos.

El valor de  $t$  obtenido para la comparación del índice de Simpson entre las dos cuencas fue (30,4936). Al comparar el resultado obtenido con el valor del estadístico  $t$  con nivel de significancia de 0.05, según Zar (1984) se observa que el resultado es mucho mayor al presente en la tabla  $t$ : 0.05 (2) g.l.:  $339 = 1.96$ . Esta comparación nos indica que las comunidades ícticas para las cuencas no son homogéneas. El valor de la dominancia en las comunidades ícticas para las cuencas de los ríos Palacé y Timbío son diferentes.

### 8.2.2 Índice de Shannon -Wiener

Los valores más altos se encuentran en el río Palacé (1,3255) indicando una distribución mas equitativa entre las especies de esta cuenca, que la registrada para el río Timbío que presenta una menor equidad (0,8724). Los valores que presenta el índice de Shannon-Wiener para ambas cuencas son bajos, indicando la poca equidad entre las distintas especies de cada cuenca.

En tablas estadísticas el valor de la distribución de  $t$ , comparando las cuencas de los ríos Palacé y Timbío para los grados de libertad calculados es menor:  $t_{0.05}(2)339 = 1.96$ . Como el valor de  $t$  obtenido (3,3147) es mayor que el valor de  $t$  en tablas, se rechaza la hipótesis nula que propone igual diversidad entre ambas cuencas y se concluye que la diversidad íctica en la cuenca del río Palacé no es igual que la diversidad íctica en la cuenca del río Timbío

### 8.2.3 Equidad de Pielou

Los valores calculados para este índice en la cuenca del río Palacé (0,6374) son mas altos que los calculados para la cuenca del río Timbío (0,3788), de este modo indican que la diversidad observada para la cuenca del río Palacé es mayor que la de la cuenca del río Timbío.

Estos valores son acordes con los registrados para el índice de Shannon –Wiener que también es un índice de equidad y presenta valores mas altos para la cuenca del río Palacé, además de ser coherentes con los valores del índice de Simpon que mide la dominancia y por ser esta una medida inversa a la equidad, los valores mas altos los registro la cuenca del río Timbío.

#### 8.2.4 Coeficiente de similitud de Sørensen para datos cuantitativos

Cuando los sitios son poco similares el valor de este índice tiende a cero, como es el valor obtenido al comparar las cuencas de los ríos Palacé y Timbío (0,05899705), que es un valor que refleja poca similaridad entre las especies de ambas cuencas ya que de 16 especies registradas solo dos son comunes.

### 8.3 PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS.

El estudio de las características fisicoquímicas de las cuencas de los ríos Palacé y Timbío soportan que estos ecosistemas lóticos presentan características adecuadas para el establecimiento de comunidades ícticas. Se realizaron las mediciones de parámetros fisicoquímicos con kits de colorimetría que hacen uso de la propiedad de ciertos reactivos para formar compuestos coloreados con las sustancias a valorar. La intensidad del color, esta relacionada con la concentración de la sustancia en cuestión lo cual no define con exactitud, precisión y confianza el valor del parámetro medido limitando entonces los análisis.

Estas mediciones con Kits son de gran ayuda como indicativo de la calidad de agua requerida para el establecimiento de una comunidad íctica; mas si se tiene en cuenta que los hábitats de muchos, si no de la mayoría, de peces neotropicales de agua dulce no han sido adecuadamente estudiados(Cala, 1990).

#### 8.3.1 Temperatura

Esta medida influye en la cantidad de energía calórica que absorbe el cuerpo de agua. Su importancia radica en que la temperatura es un factor que afecta las condiciones del agua en cuanto a su densidad, estratificaciones y sus patrones de circulación entre las diferentes capas de la columna, así como también la solubilidad de gases, reacciones químicas en el agua y el sustrato y a los procesos biológicos relacionados con la fauna y flora (Machado y Roldan, 1981).

La temperatura ambiental promedio de 22,06 °C para el río Palacé y 22,9°C para el río Timbío se encuentra dentro de los rangos normales para esta zona del departamento dentro del rango altitudinal comprendido entre los 1.000 y 2.000 msnm; como también la medida de la temperatura promedio del agua que fue 16,65 °C para el río Palacé y 16,86 °C para el río Timbío.

La diferencia registrada de la temperatura ambiental con respecto a la temperatura del agua se puede deber al margen de vegetación arbórea que le brindan sombra al cauce de los ríos Palacé y Timbío; aunque este es bastante estrecho en algunos sectores.

Los valores de temperatura no presentan cambios drásticos y guardan en general una cierta estabilidad térmica facilitando condiciones favorables a la fauna íctica en ambos ríos.

### **8.3.2 Oxígeno**

El oxígeno disuelto presenta niveles aceptables, alrededor de 6,46 mg/L para el río Palacé y 6,5 mg/L para el río Timbío, favoreciendo el buen desarrollo de la fauna íctica. Esto puede estar relacionado con la buena dinámica de los ríos, la altura sobre el nivel del mar, características del cauce, turbulencia del agua, temperatura (Machado y Roldan, 1981) y aunque reciben descargas de aguas servidas de los asentamientos humanos ubicados en sus riveras los procesos biológicos y químicos tienen un buen amortiguamiento.

Los valores mas bajos se presentaron en la estación El Trapiche (5,7 mg/L), valor que puede estar influenciado por el aporte al cauce, de residuos líquidos producidos en la elaboración artesanal de panela.

### **8.3.3 pH**

Los valores de la actividad de los iones de hidrógeno (pH) medidos se encuentran dentro del rango adecuado que no debe ser menor de 4.5 ni mayor de 8.5, (Machado, 1981) para encontrar el asentamiento de la fauna íctica, siendo el valor promedio 7,25 tanto para la cuenca del río Palacé como para la cuenca del río Timbío.

### **8.3.4 CO<sub>2</sub>**

Los valores promedios registrados para la cuenca del río Palacé (2,76 mg/L) y para la cuenca del río Timbío (4,35 mg/L); se encuentran dentro del nivel tolerado por la fauna íctica para establecer su presencia y desarrollo. Estas concentraciones provienen de la descomposición de la materia orgánica, de la respiración y de la disolución del sustrato (Machado y Roldan, 1981).

### **8.3.5 Conductividad**

La conductividad del agua es una medida indirecta de la cantidad de electrolitos en solución y por consiguiente de la cantidad de nutrientes presentes en el agua y su capacidad productiva. El valor promedio de las medidas observadas en el río Palacé fue 130,5 y 123,16 en el río Timbío. Estos valores relativamente altos son el resultado del aporte de nutrientes provenientes de los suelos de origen

volcánico que predominan en la región siendo aun adecuados para el buen desarrollo de los organismos en ecosistemas acuáticos.

### 8.3.6 Altitud

De acuerdo con lo reportado por Ortega-Lara *et al.*, 2006 (a, b) para el alto Cauca y para el río Patía respectivamente (Entre los 1.000 y 2.000 msnm) se observa un menor número de especies registradas en este trabajo. El registro de menos especies para la parte alta de las cuencas de los ríos Palacé y Timbío puede deberse a que la mayoría de los sistemas acuáticos comienzan con corrientes pequeñas y aumentan longitudinalmente en tamaño lo cual contribuye al aumento de la diversidad del hábitat, la moderación de condiciones ambientales o simplemente a un aumento en el espacio habitable (Consorcio TLBG/UP/STRI, 2003). Generalmente, el resultado del aumento de tamaño de la corriente es un aumento progresivo en número de especies ícticas río abajo (Horowitz, 1978).

La riqueza de especies aumentó en forma continua río abajo desde los 1859 msnm hasta los 1049 msnm que fue el rango altitudinal abarcado en este estudio. Este patrón prevalece en las dos cuencas independientemente y aún cuando se combinan los datos de riqueza de ambas cuencas (Anexo 2 y 3). Los resultados obtenidos concuerdan con Horowitz (1978) ya que se encuentra un aumento en número de especies corriente abajo.

En general, los diferentes parámetros fisicoquímicos estudiados se encuentran dentro de los rangos considerados normales para este tipo de ecosistemas tropicales, favoreciendo el desarrollo de las diferentes comunidades biológicas, ya que son directamente proporcionales a la diversidad. De acuerdo a los valores normales registrados para ambas cuencas, no podría considerarse las características fisicoquímicas como un factor que influya en la distribución de las diferentes especies en cada una de las cuencas de los ríos Palacé o Timbío.

Para el río Palacé se colectó el 6.8% del número total de especies registradas (85) para la cuenca del río Cauca (Ortega-Lara *et al.*, 2006 a), mientras que para el río Timbío el 4.8% de las especies reportadas (48) para la cuenca del río Patía (Ortega-Lara *et al.*, 2006 b). El porcentaje más elevado en la cuenca del río Palacé puede deberse a la vertiente a la cual pertenece, ya que los ríos de la vertiente Caribe parecen tener mayores niveles de diversidad si se comparan con los de la vertiente Pacífica (Consorcio TLBG/UP/STRI, 2003). Una posible explicación para esta observación es el hecho de que la dispersión entre los ríos en la vertiente del Caribe es más difícil que en la vertiente Pacífica, debido a que los ríos de la vertiente Pacífica son característicamente cortos, escarpados, con curso directo desde las cabeceras de los ríos al mar (Consorcio TLBG/UP/STRI, 2003).g

## 9. CONCLUSIONES

- Se registraron 16 especies de peces en las cuencas de los ríos Palacé y Timbío en un rango altitudinal comprendido entre los 1859 y 1049 msnm.
- Se hallaron solo dos especies en común entre las cuencas de los ríos Palacé y Timbío *Astroblepus grivalvii* y *Brycon henni* lo cual confirma lo planteado por Eigenmann.
- Las especies mas abundantes *Bryconamericus caucanus* para el río Palacé y *Bryconamericus andresoi* para el río Timbío pertenecen al mismo genero lo que indica que las características ecológicas de las dos cuencas son bastante similares en el rango altitudinal estudiado.
- La composición de peces del río Palacé es poco similar a la composición de peces del río Timbío.
- La comparación de los índices de Shannon-Wiener y Simpson indican que la diversidad íctica en la cuenca del río Palacé no es igual que la diversidad íctica en la cuenca del río Timbío.
- Los resultados obtenidos concuerdan con lo planteado por Eigenmann 1920a en el sentido que existe poca similaridad entre las cuencas de los ríos Palacé y Timbío.
- La riqueza de especies aumentó en forma continua río abajo desde los 1859 msnm hasta los 1049 msnm que fue el rango altitudinal abarcado en este estudio.
- Los valores de los parámetros físicos y químicos presentaron valores normales y adecuados para el establecimiento de comunidades ícticas a lo largo de los muestreos, tanto para los ríos Palacé y Timbío como para sus tributarios.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

ANGERMEIER P. L. y J. R. KARR. 1983. Fish Communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environ. Biol. Fishes*, 9: 117-135.

ARIAS Y. A. 2000. Composición y Estructura de las comunidades de peces del río La Paila, alto Cauca. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Programa académico de Biología. Santiago de Cali. 81 pp.

AYERBE F., H. RAMIREZ, O. MEJIA y A. CASTILLO. 2006. Informe componente Fauna. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Subcuenca Sambingo - Hato Viejo, Municipios de Bolívar, Mercaderes y Florencia, Cauca, Colombia. Informe Técnico presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca C.R.C. y a la Fundación Mamaskato. Popayán. 60 p.

CALA P. 1990. Diversidad, adaptaciones ecológicas y distribución geográfica de las familias de peces de agua dulce en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 17(67): 725-740.

CASTILLO J., A. FIGUEROA, L. JACOME, G. NAUNDORF y H. ZAMORA. 1991. Contribución al conocimiento del flujo de nutrientes y energía en un ecosistema acuático tropical caso río Palacé, municipio de Totoró (Cauca). *Novedades Colombianas*. Nueva Época, 3: 7-25.

CASTRO, D. 1994. Peces del río Putumayo. Sector de Puerto Leguízamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo. Colombia. 174 p.

CONSORCIO TLBG/UP/STRI. 2003. Informe de la región occidental de la cuenca del canal. 148 – 169.

DAHL, G. 1971. Los Peces del Norte de Colombia. Ministerio de Agricultura, Instituto de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA). Talleres Litografía Arco. Bogotá D.C., Colombia. 391 p.

EIGENMANN C. 1913. Some results from ichthyological reconnaissance of Colombia, South America, Part II. *Contrib. Zool. Lab. Ind. Univ.* No. 131. *Ind. Univ. Studies*, 18: 1-32.

\_\_\_\_\_. 1909. The fresh water fishes of Patagonia and an examination of the Archiplata-Archelenis theory. *Rep. Princeton Univ. Exped. to Patagonia 1896-1899*, 3,part.2 *Zool* : 225-374

\_\_\_\_\_. 1917. The American Characidae. Mem. Carnegie Mus. Comp. Zool., 43(1): 1-102.

\_\_\_\_\_. 1918. Eighteen New species of fishes from northwestern South America. Proceeding American philosophical society, 56(7): 673–689.

\_\_\_\_\_. 1920a. The Magdalena basin and the horizontal and vertical distribution of its fishes. Contribution from the zoological laboratory of Indiana University, 177: 21–34.

\_\_\_\_\_. 1920b. The fishes of the rivers draining the western slope of the cordillera Occidental of Colombia, ríos Atrato, San Juan, Dagua, and Patía. Indiana University studies, 7: 1-20.

\_\_\_\_\_. 1921. The American Characidae. Mem. Carnegie Mus. Comp. Zool., 43(30): 209-310.

\_\_\_\_\_. 1922. The fishes of the North Western South America. Part. I. The Fresh-water fishes of Northwestern South America. Including Colombia, Panamá, and the pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the fishes of the río Meta in Colombia. Mem. Carnegie Mus., 9(1): 346 p.

\_\_\_\_\_. y G. FISHER. 1914. The Gymnotidae of trans – Andean Colombia and Ecuador. Indiana University Studies, 25: 235-237.

\_\_\_\_\_., A. HENN y C. WILSON. 1914. New fishes from western Colombia, Ecuador, and Perú. Contribution from the zoological laboratory of Indiana University, No.133. Ind. Univ. Studies, 19: 1–15.

FERNANDEZ A. y S. FERNANDEZ. 1992. Contribución al estudio florístico de la Hoya Hidrográfica del río Patía. Novedades Colombianas. Nueva Época. Popayán. 5: 27–44.

GEOSIG Consultoría Ambiental, Sistema de Información Geográfica. 2001. Formulación del plan básico de ordenamiento territorial. Municipio de El Tambo. Departamento del Cauca. Volumen II. El Tambo. 81 p.

GERY J. 1977. Characoids of the world. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. New Jersey. 672 p.

HERNANDEZ-CAMACHO J. 1992. Caracterización Geográfica de Colombia. En: HALFFTER G. (Compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamerica I. Acta Zoológica Mexicana (n.s). México. 45–55 p.

HOROWITZ R. J. 1978. Temporal variability patterns and the distributional patterns of stream fishes. *Ecol. Monogr.* 48: 307- 321.

HUBER N. y RENNO J. F. 2006. Historical biogeography of South American freshwater fishes. *Journal of Biogeography.* 33, 1414 – 1436.

LEHMANN P. 1999. Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del río Cauca, Colombia. *Cespedesia.* 23 (73-74): 9-45.

\_\_\_\_\_, M. VEGA y H. MUESES. 2005. Listado de las especies de peces para la cuenca alta y media del río Patía, Colombia. *Novedades Colombianas,* 8(1): 27–39.

LOREAU M., P. NAEEM, J. INCHAUSTI, J. BENGTSSON, A. GRIME, D. HECTOR, M. HOOPER, D. HUSTON, B. RAFFAELLI, B., SCHMID, D. TILMAN y D. WARDLE. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. *Science,* 294: 804-808.

MACHADO-ALLISON A. 1987. Los peces de los llanos de Venezuela. Un ensayo sobre su historia natural. Caracas. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 144 pp.

MACHADO T. Y G. ROLDÁN. 1981. Estudio de las características fisicoquímicas y biológicas del río Anorí y sus principales afluentes. *Actualidades Biológicas,* 10(35): 3-19.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

MALDONADO-OCAMPO J.A., A. ORTEGA LARA, J.S. USMA, G. GALVIS, F. A. VILLA NAVARRO, G. VASQUEZ, S. PRADEROS Y R. C. ARDILA. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Bogotá, D.C. Colombia. 346 p.

MEJÍA-EGAS O. y M. VEGA. 2005. Inventario preliminar de los peces del río Molino y sus tributarios. Resúmenes XL Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. Cali. 66 p.

MICROSOFT ENCARTA ® .2006. Microsoft Corporation.

MILES C. 1943. Estudio económico y ecológico de los peces de agua dulce del Valle del Cauca. Imprenta departamental. Cali. 97 p.



MIRANDA J. Y R. MAZZONI. 2003. Composición de la íctiofauna de tres riachuelos del alto río Tocantins- Go. *Biota Geotrópica*, 3(1): 1-11.

MOJICA J. I. 1999. Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 23 (suplemento especial): 547-566.

\_\_\_\_\_, C. CASTELLANOS, J. S. USMA, R. ÁLVAREZ. (Eds). 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia. 180 pp.

\_\_\_\_\_, J. S. USMA y G. GALVIS. 2004. Peces dulceacuícolas en el Chocó Biogeográfico. En: RANGEL-CH J. Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó Biogeográfico - Costa Pacífica. Instituto de Ciencias Naturales. 725–743 p.

MORENO C. E. 2001. Manual de Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. España. 1: 84 p.

MUNICIPIO DE POPAYÁN. 2000. Plan de ordenamiento territorial. Documento técnico, Componente ambiental. Popayán. p. 8, 18, 19, 29- 31, 46-49, 84, 85.

NEGRET A. 1990. Migraciones de mariposas en el suroccidente de Colombia. *Novedades Colombianas*. Nueva Época. 2: 27-29.

ORTEGA H., L. CHOCANO, B. RENGIFO y M. VELÁSQUEZ. 2003. Informe Trimestral sobre el Monitoreo de la Actividad de Pesca e Hidrobiología en el Bajo Urubamba (Shivankoreni - Kiriguete - Miaría – Sepahua). Fase Junio - Agosto 2003. Investigadores del Departamento de Ictiología, Museo de Historia Natural. Lima. 45 p.

ORTEGA-LARA A., USMA J. S., BONILLA P. A., SANTOS N. L., 2006a. Peces de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 7(1) 39-54.

ORTEGA-LARA A., USMA J. S., BONILLA P. A., SANTOS N. L., 2006b. Peces de la cuenca del río Patía, Vertiente del Pacífico colombiano. *Biota Colombiana* 7(2) 179-190.

PALOMINO P. y C. ARTEAGA. 1995. Caracterización de la íctiofauna en la parte media y baja del río Hato Viejo, municipio de Mercaderes, departamento del Cauca. Trabajo de grado para optar al título en Licenciatura de la Educación, Especialidad Biología. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Departamento de Biología. Popayán.

PATIÑO A. 1973. Especies de peces introducidas al alto río Cauca. *Cespedesia*, 2(5): 65-73

PECHENÉ J. y M. RODRÍGUEZ. 1996. Caracterización de la íctiofauna en la microcuenca del río Cabuyal, cuenca del río Ovejas, Departamento del Cauca. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca. Popayán.

POWER M. E., STOUT R. J., CUSTANG P. P., HAVER F.R., MATTHES P.B., MOYLE B., STATZNER B. y BADGEN I.R. 1988. Biotic and abiotic controls in river and stream communities. *J.N. Am. Benthol. Soc.* 7(4): 456-459.

REIS R. E., KULLANDER S. O. y FERRARIS C.J. 2003. Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. *Edipucrs. Porto Alegre, Brasil.* 729pp.

RINGUELET R. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur*, 2 (3): 1-122.

ROMÁN-VALENCIA C. 1988. Clave taxonómica para la determinación de los peces nativos del departamento del Quindío, subsistema Alto cauca. Colombia. *Actualidades Biológicas*, 17 (64):107-113.

\_\_\_\_\_. 1993. Composición y estructura de las comunidades de peces del río La Vieja, Alto Cauca. Colombia. *Biolo. Educ.* 3 (5): 8-19.

\_\_\_\_\_. 1995. Lista anotada de los peces del río La Vieja, Alto Cauca. *Boletín Ecotrópica.* (29): 11-20.

TORRES M. 1997. Aporte al conocimiento de la Geología y la estratigrafía de la Formación Popayán, departamento del Cauca. *Novedades Colombianas. Nueva Época*, 7: 4-28.

USMA J. 2001. Peces de la Cuenca media del río Patía y el río Güiza, Nariño, Colombia. *Cespedesia*, 24(75-76-77-78): 7-25.

VASQUÉZ G., H. ZAMORA y G. NAUNDORF. 1992. Caracterización de la íctiofauna del Embalse La Salvajina y Zona de Influencia, Río Cauca. *Revista de la Asociación Colombiana de Biología.* Bogotá. 6(1): 79-93.

\_\_\_\_\_, H. ZAMORA y G. NAUNDORF. 1994. Caracterización de la íctiofauna del río Ovejas, tributario del río Cauca (Departamento del Cauca). *Revista Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas.* Bogotá. 8 (2): 20-29.

\_\_\_\_\_, y ALUMNOS IX SEMESTRE. 1993. Estudio biológico de las especies ícticas dominantes en el río Cauca, Sector embalse de La Salvajina-

Puente El Hormiguero, Departamento del Cauca. Revista Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Bogotá. 7 (1-2): 16-24.

VEGA M y H. MUESES. 2006. Composición y Estructura de la comunidad de peces de río Guachicono, cuenca media del río Patía, departamento del Cauca, Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Departamento de Biología. Popayán. 116 p.

WILSON C. 1916. Some marine fishes from Colombia and Ecuador. Ann. Carnegier Mus., 10 (1 – 2): 57–76.

WILSON O. 1989. La biodiversidad amenazada. Inv. y ciencia, (158): 64-71.

WOOTTON R. 1995. Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall Press. 404 p.

ZAMORA H., G. VÁSQUEZ, G. NAUNDORF, M. LONGO y A. PRADO. 2003. Desarrollo sucesional del Embalse “La Salvajina” durante su existencia 1985 – 2003. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Instituto de Estudios de Postgrado. Departamento de Biología. Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales.

ZAR J. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. New Jersey. 718 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Especies registradas por otros autores.

Orden	Familia	Especie	Referencia - Río Palacé	Referencia - Río Timbío
Characiformes	Parodontidae	<i>Parodon caliensis</i>	Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , 2005	
		<i>Saccodon dariensis</i>	Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , 2005	
	Characidae	<i>Bryconamericus andresoi</i>		Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 b
		<i>Bryconamericus caucanus</i>	Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , 2005	
		<i>Brycon henni</i>	Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , 2005	Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 b
	Lebiasinidae	<i>Lebiasina ortegai</i>	Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 a	
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus caliense</i>	Mojica <i>et al.</i> , 2002	
		<i>Trichomycterus chapmani</i>	Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , 2005	
		<i>Trichomycterus</i> sp.		Lehmann <i>et al.</i> , 2005
	Astroblepidae	<i>Astroblepus chotae</i>		Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2004 b
		<i>Astroblepus grixalvii</i>	Eigenmann, 1922	Lehmann <i>et al.</i> , 2005
	Loricariidae	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , 2005	Lehmann <i>et al.</i> , 2005
		<i>Chaetostoma patie</i>		Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , 2005
	Heptateridae	<i>Pimelodella eutaenia</i>		Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> , 2005
		<i>Rhamdia quelen</i>	Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 a	Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 b
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 a	
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 a	Lehmann <i>et al.</i> , 2005
		<i>Poecilia reticulata</i>	Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 a	
		<i>Xiphophorus helleri</i>	Ortega-Lara <i>et al.</i> , 2006 a	

**Anexo 2.** Especies y número de individuos colectados en las estaciones de muestreo en el río Palacé.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Victoria	Calibío	Trapiche	Gualimbo	Mercedes	Culebreado	Total
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus caucanus</i>	37	46	2	28			113
		<i>Brycon henni</i>	5			5			10
	Lebiasinidae	<i>Lebiasina ortegai</i>						2	2
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus caliense</i>	3	13	4	11			31
		<i>Trichomycterus chapmani</i>			2	5			7
	Astroblepidae	<i>Astroblepus grivalvii</i>	3		4	5	1	1	14
	Loricariidae	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	6			1	1	1	9
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Xiphophorus helleri</i>		3					3
<b>Total</b>			<b>54</b>	<b>62</b>	<b>12</b>	<b>55</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>189</b>

**Anexo 3.** Especies y número de individuos colectados en las estaciones de muestreo en el río Timbío.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Platanillal	Timbío	El Credo	Pomorroso	Versalles	Versalles	Total
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus andresoi</i>	50	8	16	27	4	15	120
		<i>Bryconamericus sp.</i>		2					2
		<i>Brycon henni</i>					2		2
		<i>Brycon sp.</i>					1	1	2
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp.</i>			2				2
	Astroblepidae	<i>Astroblepus chotae</i>					1		1
		<i>Astroblepus grivalvii</i>			5	3			8
	Loricariidae	<i>Chaetostoma patiae</i>					2		2
	Heptateridae	<i>Pimelodella eutaenia</i>		1			1		2
		<i>Rhamdia quelen</i>					2	7	9
<b>Total</b>			<b>50</b>	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>150</b>