



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
MAESTRÍA EN CIENCIAS MANEJO SUSTENTABLE DE  
RECURSOS BIOACUÁTICOS Y MEDIO AMBIENTE**

**TESIS DE GRADO**

**MAGISTER EN CIENCIAS**

**INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION URBANA EN LA  
SALUD Y DIVERSIDAD DE LOS PECES DEL RIO  
CALUMA**

**ENRIQUE LAAZ MONCAYO**

**2010**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
MAESTRÍA EN CIENCIAS MANEJO SUSTENTABLE DE  
RECURSOS BIOACUÁTICOS Y MEDIO AMBIENTE**

**Tesis de Grado para la obtención del Título de Magister en Ciencias con  
Énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y Medio Ambiente**

**INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION URBANA  
EN LA SALUD Y DIVERSIDAD DE LOS PECES  
DEL RIO CALUMA.**

**ENRIQUE LAAZ MONCAYO**

**2010**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

# **CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**DIRECTOR DE MAESTRÍA**

---

**DECANA**

## **DEDICATORIA**

**A mí querida esposa Paola**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi esposa Paola López por su amor y ayuda incondicional durante la elaboración de la tesis.

A mi tutora de tesis la MSc. Vilma G. Salazar por su gran ayuda para la culminación con éxito de este trabajo.

A mi colega y amigo Antonio Torres por su valiosa ayuda en el transcurso de esta investigación.

A los pobladores del cantón Caluma, provincia de Bolívar, especialmente a la familia Vaicilla Gómez.

## **INDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivo General</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Objetivos Específicos</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Hipótesis</b>	<b>3</b>
<b>2. Revisión de Literatura</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Literatura primer objetivo</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Literatura segundo objetivo</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Literatura tercer objetivo</b>	<b>6</b>
<b>3. Materiales y Métodos</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Área de estudio</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Metodología</b>	<b>9</b>
<b>4. Resultados</b>	<b>11</b>
<b>4.1 Parámetros químicos</b>	<b>11</b>
<b>4.2 Especies identificadas</b>	<b>14</b>
<b>4.3 Diversidad</b>	<b>18</b>
<b>4.4 Patologías de peces</b>	<b>19</b>
<b>4.5 Interpretación ecológica</b>	<b>23</b>
<b>5. Discusión</b>	<b>25</b>
<b>6. Conclusiones</b>	<b>28</b>
<b>7. Recomendaciones</b>	<b>29</b>
<b>8. Literatura citada</b>	<b>30</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla # 1 . Valores promedios mensuales de los parámetros físico-químicos del agua del tramo A del Río Caluma.</b>	<b>11</b>
<b>Tabla # 2 . Valores promedios mensuales de los parámetros físico-químicos del agua del tramo B del Río Caluma.</b>	<b>12</b>
<b>Tabla # 3. Especies capturadas del río Caluma y su status mundial.</b>	<b>15</b>
<b>Tabla # 4. Número de especies por orden taxonómico para los peces del Río Caluma</b>	<b>16</b>
<b>Tabla # 5. Número de especies y porcentaje por familia para los peces del Río Caluma.</b>	<b>16</b>
<b>Tabla # 6. Especies capturadas en los tramos A y B del Río Caluma.</b>	<b>17</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Fig. # 1. Río Caluma en época seca</b>	<b>2</b>
<b>Fig. # 2. Ubicación del cantón Caluma en la provincia de Bolívar</b>	<b>8</b>
<b>Fig. # 3. Muestra de agua en la que se está analizando Amonio (NH<sub>4</sub>) en el Río Caluma</b>	<b>10</b>
<b>Fig. # 4. Valores promedios de Amonio (ppm) en los tramos A y B del Río Caluma</b>	<b>13</b>
<b>Fig. # 5. Valores promedios de Nitrito (ppm) en los tramos A y B del Río Caluma</b>	<b>13</b>
<b>Fig., # 6 . Resultados del Índice de Simpson en los muestreos realizados en los tramos A y B del Río Caluma</b>	<b>18</b>
<b>Fig., # 7 . Resultados del Índice de Shannon &amp; Wiener en los muestreos realizados en los tramos A y B del Río Caluma</b>	<b>19</b>
<b>Fig. # 8. <i>Aequidens rivulatus</i> con aleta caudal raída presuntamente causada por presencia de bacterias del genero <i>Flexibacter</i></b>	<b>20</b>
<b>Fig. # 9. Patología en fresco del bazo de <i>Rhoadsia altipinna</i> donde se observa la presencia de macrófagos.</b>	<b>21</b>
<b>Fig. # 10. Branquias de <i>Rhoadsia altipinna</i> con presencia de huevos de digéneos parásitos (metacercarias)</b>	<b>22</b>
<b>Fig. # 11. Branquia de <i>Aequidens rivulatus</i> con proceso de necrosis en lamela secundaria</b>	<b>22</b>
<b>Fig. # 12. Branquia de <i>Rhoadsia altipinna</i> con un proceso de hiperplasia</b>	<b>23</b>
<b>Fig. # 13. <i>Lebiasina bimaculata</i>(huaija)</b>	<b>24</b>

## RESUMEN

En este trabajo se analizaron las causas que han provocado la pérdida de diversidad de peces en un tramo del Río Caluma, el cual ha sido utilizado por la población como vertedero de desechos y aguas servidas, el trabajo tuvo 3 fases: campo, laboratorio y análisis de datos, en los seis muestreos realizados se tomaron muestras de agua para realizar análisis de amonio, nitritos y pH, además se capturaron peces para su identificación, se seleccionaron peces vivos al azar para realizar patología en fresco. Se encontraron en el agua niveles promedios de amonio 0.55 ppm y nitrito 0.20 ppm, pH ligeramente alcalino 7.9, lo que aumenta la toxicidad de estos compuestos nitrogenados, en los análisis patológicos en fresco se encontraron enfermedades como parasitosis, aletas raídas por bacterias, presencia excesiva de macrófagos en bazo, hígado y riñón, asociadas a contaminantes urbanos. En el tramo no contaminado los valores de nitrito y amonio fueron de 0.001 ppm, valores que no causan toxicidad a los organismos acuáticos, el pH tuvo como promedio 7.2, se identificaron un total de 17 especies de peces distribuidas en 3 ordenes y 9 familias.

**Palabras claves:** Amonio, diversidad, cuenca hidrográfica, contaminación urbana.

## ABSTRACT

In this work there were analyzed the reasons that have provoked the loss of diversity of fish in a section of the Rio Caluma, which has been used by the population as dump of waste and served waters, the work had 3 phases: Field, laboratory and analysis of information, in six realized samplings water samples took to realize analysis of ammonium, nitrites and pH, in addition fish were captured for his identification, alive fish were selected at random to realize pathology in fresh air. 0.55 were in the water average levels of ammonium ppm and nitrite 0.20 ppm, pH lightly alkalinely 7.9, which increases the toxicity of these nitrogenous compounds, in the pathological analyses in fresh air they found diseases as parasitosis, fins scraped by bacteria, excessive presence of macrophages in spleen, liver and kidney, associated with urban pollutants. In the not contaminated section the values of nitrite and ammonium were of 0.001 ppm, values that do not cause toxicity to the aquatic organisms, the pH took 7.2 as an average, there were identified a total of 17 species of fish distributed in 3 orders and 9 families.

**Keywords:** Ammonium, diversity, hydrographic basin, urban contamination.

## 1. INTRODUCCION

El agua elemento indispensable para la vida en la Tierra, el 97% de ella se encuentra formando los mares y océanos, el 2,15 % se la encuentra congelada en los casquetes polares y apenas el 0,8 % es agua dulce que se la encuentra en ríos, lagos y aguas subterráneas. Este pequeño porcentaje de agua dulce de alguna manera el hombre la ha utilizado para su desarrollo a lo largo del tiempo, un recurso renovable explotado inconscientemente y en algunos lugares contaminado, la importancia del estudio y conservación de los ecosistemas que albergan agua dulce es de vital importancia para la supervivencia de la humanidad.

Es difícil encontrar alguna ciudad antigua o moderna que no esté localizada cerca de un río u otro cuerpo de agua dulce, esto se debe a que el agua es un recurso importante y vital, el problema principal es que a lo largo del tiempo estos cursos de aguas han sido utilizados como depósitos de desechos urbanos, como consecuencia de esta contaminación la vida acuática se encuentra afectada en su desenvolvimiento normal, las especies que han podido soportar estos cambios son muy pocas, por ende la diversidad se pierde y estos cambios inciden en la aparición de enfermedades en los organismos que lo habitan, como son los peces, o en acumulación de desechos tóxicos, estos peces son consumidos como alimento por las personas que los capturan y que tienen en los peces una fuente de proteína animal de bajo costo.

La región Neotropical es la más diversa del planeta con aproximadamente 60 familias, varios cientos de géneros y alrededor de 6000 especies. Se estima que la cantidad de especies de peces que pueblan las diversas cuencas hidrográficas de Sudamérica podría llegar a 8000 aproximadamente, lo cual representaría cerca del 25% de toda la diversidad íctica del planeta (Vari & Malabarba, 1998).

La fauna íctica de ambientes lóticos es el reflejo de toda la comunidad acuática, ya que su riqueza y diversidad, son indicadores de una alta o baja calidad ambiental del sistema fluvial. Además, los peces representan el nexa o conexión entre los sistemas acuáticos y los terrestres, dado que constituyen el alimento de muchos vertebrados tales como aves y mamíferos. Además los peces se alimentan de material de

procedencia alóctona, generando un intercambio directo de materia y energía entre ambos ecosistemas. (Conejeros et al, 2002).

En los ríos del Ecuador se encuentra una alta diversidad de especies de peces de agua dulce, poca o escasamente estudiada, trabajos que datan de 1921 de Eigenmann, Ovchynnyk en 1971; Barnhill et al en 1974; Glodek en 1978 y Barriga en 1991, son algunos de los estudios más importantes en peces y muchos de ellos se basan en el trabajo de Eigenmann.

El Río Caluma (**fig. # 1**) se divide en dos al llegar a la ciudad, el río que cruza por el centro de la ciudad es usado como basurero y sistema de drenaje de aguas servidas, lo que afecta en la calidad del agua y por ende en la biota existente en ella, luego este río que cruza la ciudad se vuelve a juntar cinco kilómetros río abajo.



**Figura. # 1. Río Caluma en época seca**

Este río se encuentra a unos 400 m sobre el nivel del mar, está ubicado en un bosque de tipo húmedo pre montano, es torrentoso (alta velocidad) y de fondo rocoso tipo conglomerados, la temperatura del agua oscila entre 22 y 27° C.

Es notable la eliminación de desechos en el río Caluma, sus efectos nocivos aun no son perceptibles por los pobladores y la eliminación de los desechos urbanos en sus aguas trae como consecuencia la escasez o la no presencia de especies ícticas que en otros tiempos eran abundantes, esta información la dan los pobladores, antes capturaban especies “más grandes” y ahora solo “caen peces pequeños”, otro problema es la posible desaparición de este río del bocachico (*Ichthyoelephas*

*humeralis*), pez que no ha sido capturado en los muestreos, pero que pescadores de la zona comentaron que hace algunos años si se encontraba en el río. Al ser el ápice de la cadena alimentaria, los peces reflejan efectos de contaminación directa e indirecta, esta última por alimentarse de otros peces contaminados. Sin embargo, los peces tienen una gran movilidad dentro del ambiente acuático y pueden escapar de la contaminación y volver cuando las condiciones sean favorables (Arce, 2006).

Por este motivo, es importante conocer además de las especies de peces presentes en el río Caluma, la calidad del agua en que se desarrollan, para establecer medidas de manejo que permitan la conservación del recurso a mediano y largo plazo.

### **1.1 Objetivo General**

Determinar la incidencia de la contaminación en la salud y diversidad de los peces del Río Caluma.

### **1.2 Objetivos específicos**

- 1.- Determinar los parámetros físico-químicos contaminantes del Río Caluma
- 2.- Identificar la ictiofauna presente en el Río Caluma
- 3.- Analizar las patologías que afectan a los peces del Río Caluma

### **1.3 Hipótesis**

La contaminación urbana incide en la salud y diversidad de los peces del río Caluma

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Literatura primer objetivo.

El amonio es el principal producto final de la descomposición de la materia orgánica realizada por las bacterias heterótrofas, tanto directamente a partir de las proteínas como de otros compuestos orgánicos nitrogenados. Aunque la degradación progresiva de la materia orgánica se van formando compuestos nitrogenados intermedios, estos raramente se acumulan, sino que son rápidamente desanimados por bacterias. A pesar de que el amonio constituye uno de los principales productos de excreción de los animales acuáticos, la cantidad de nitrógeno obtenida por esta vía es muy inferior a la derivada de la descomposición. El amonio del agua se presenta principalmente en forma de  $\text{NH}_4^+$ , y como  $\text{NH}_4\text{OH}$  no disociado, siendo este último altamente tóxico para los organismos, en especial para los peces.

Aunque el amonio podría constituir una buena fuente de nitrógeno para las plantas, y muchas de ellas pueden usarlo en medios alcalinos, la mayoría de algas y macrófitos se desarrollan mejor usando nitrato para la obtención de nitrógeno, incluso aunque este nitrato deba ser reducido a amonio. Esto es, en parte, debido a la toxicidad del  $\text{NH}_4\text{OH}$  a valores elevados de pH, que pueden darse en los lagos muy eutróficos durante periodos de gran intensidad fotosintética o en cultivos insitu.

La distribución del amonio en las aguas dulces es altamente variable, tanto regional como estacionalmente, así como espacialmente dentro de un mismo cuerpo de agua, dependiendo del nivel de productividad y de la cantidad de polución debida a la materia orgánica. **(Wetzel, 1981).**

La calidad fisicoquímica y bacteriológica de la cuenca alta del río Cauca (Colombia), cada día se altera más, debido a diferentes factores como la sobrepesca, deforestación intensa, explotación antitécnica de minerales y materiales de construcción, contaminación orgánica e industrial. Es obvio que las condiciones señaladas afectan negativamente la conservación de algunas especies ícticas nativas. **(López, J; Rubio, E., s.f.)**

Con temperaturas bajas, la tasa de amonio es menor que con temperaturas altas. El amonio toxico ataca las mucosas, especialmente de las branquias e intestino, a las que destruye; actúa a través de los nervios sobre la sangre. Los peces con trastornos por amonio exhiben cuando las lesiones son muy pronunciadas hemorragias externas y en los órganos internos. **(Reinchenbach-Klinke, 1982).**

## **2.2 Literatura segundo objetivo.**

Las aguas interiores del Ecuador presentan una riqueza amplia en su ictiofauna que está caracterizada por una riqueza de especies. Esta ictiofauna ha sido objeto de interés científico desde el siglo XIX, cuando las primeras colecciones de peces para estudios taxonómicos fueron hechas por Humboldt (1833) en sus extensos recorridos por Sudamérica. Los estudios fueron continuados por otros taxonomistas como **(Wagner, 1864); (Boulenger, 1899; Eigenmann, 1922; Fowler, 1943; Bohle, 1958; Ovichinnyk, 1967; Barnhill et al., 1974).**

La diversidad de especies y ecosistemas dentro del bioma de agua dulce en América Latina es notable. El Directory of Neotropical Wetlands sirve de inventario de los lugares de mayor importancia según los criterios fijados en el Convenio sobre las marismas de importancia internacional. **(Scott y Carbonell, 1986)**

Los Andes y las regiones de pradera del sur de América se caracterizan por la presencia de especies en pequeñas fuentes de agua como es el caso del genero *Trichomycterus* de amplia distribución en el neotrópico.**(Pinna, 1992).**

Los peces son el grupo de vertebrados más antiguo y numeroso. Se conocen cerca de 25000 especies ícticas, la mayoría de ellas habitando en aguas tropicales. **(Nelson, 1994).**

Una quinta parte de todos los peces de agua dulce están extintos o en peligro. En la región de América Latina y El Caribe esta cifra se acerca al 10%.**(Castro, 1995).**

Los ecosistemas de agua dulce son hábitat fundamentales para una diversidad de especies muy rica y sobre las cuales pesa una gran amenaza. En general, sin embargo, la riqueza de la diversidad biológica del agua dulce es poco conocida. Los vertebrados terrestres están bien descritos: en promedio se describen cada año dos

especies nuevas de aves. Por otra parte, cada año se describen 200 especies nuevas de peces de agua dulce, lo que a entender que por lo menos la mitad de los vertebrados podrían ser peces. **(Bucher, E., et al, 1997)**

Entre la importancia de los peces se puede mencionar que son vitales en varias culturas, aunque en muchos casos son de mayor importancia los de origen oceánico, ya que aproximadamente el 90% de la pesca para consumo humano proviene del océano. Esta situación se puede ver modificada en el caso de que se encuentren comunidades cerca de cuerpos de aguas interiores o continentales donde la demanda de peces que puede darse es de un alto porcentaje de hábitat dulceacuícola. Como importancia ecológica, los peces constituyen parte clave en la cadena alimenticia, y algunos de los casos pueden ser los máximos depredadores de su medio, sin incluir al hombre. Algunos de ellos consumen directamente algas, mientras que otros pueden ser controladores de poblaciones de insectos, ya que consumen algunos estados larvarios de éstos. **(Barrientos, 1999).**

La ictiofauna de sistemas fluviales constituye un recurso natural renovable de gran importancia tanto ecosistémica como social, por lo que representa un recurso de alto valor ambiental. Por ello, su gestión debe de estar basada en un contexto ambiental de conservación o uso sustentable. **(Conejeros et al, 2002).**

Los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres, por lo que los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva. **(Arce, 2006).**

### **2.3 Literatura tercer objetivo**

En general, los peces son considerados buenos indicadores de la calidad del medio, por lo que una gran diversidad y abundancia de peces en ríos, lagos y mares indican que es un ambiente sano para todas las demás formas de vida. Por el contrario una elevada mortandad o un porcentaje alto de peces enfermos podrían ser causados directa o indirectamente por niveles considerables de contaminantes. **(Vázquez, G. et al.).**

Las muestras de peces para realizar patología, deben ser de peces vivos o moribundos, nunca de un pez muerto ya que el cuerpo de este atraviesa una serie de cambios *post mortem* muy rápidos que alteran la bacterioflora presente, a la vez que muchos de los ectoparásitos abandonan en seguida el pez muerto. **(Conroy & Conroy, 1998)**

Las causas de enfermedad de los peces pueden ser múltiples, pero en general, el pez enfermo puede reconocerse tanto en su comportamiento, como por las alteraciones morfológicas a nivel externo o interno. **(Lozano, D., F. López, 2001).**

Las branquias se consideran sin duda, entre las estructuras mas delicadas del cuerpo de los teleósteos. Su vulnerabilidad es tan extrema por su localización externa y por su necesario e intimo contacto con el agua; por este motivo están expuestas a sufrir daños de cualquier agente irritante en el agua; Si bien la naturaleza las ha dotado de una generosa irrigación sanguínea y de una protección relativamente eficaz por los opérculos, también son la sede preferida de los protozoarios y de parásitos trematodos unisexuados, sustancias como el amoniaco o el DDT, producen hiperplasia que conduce a cambios de proliferación durante largos periodos. **(Roberts, 1981).**

El bazo también exhibe frecuentes alteraciones, el abundante deposito de pigmento consecuente con la descomposición de eritrocitos destruidos provoca el ennegrecimiento del órgano. En la inflamación aguda o crónica del bazo aparece este aumentado de volumen (esplenomegalia), de color gris rojizo y muy duro. **(Reinchenbach & Klinke, 1982).**

### 3. MATERIALES Y METODOS

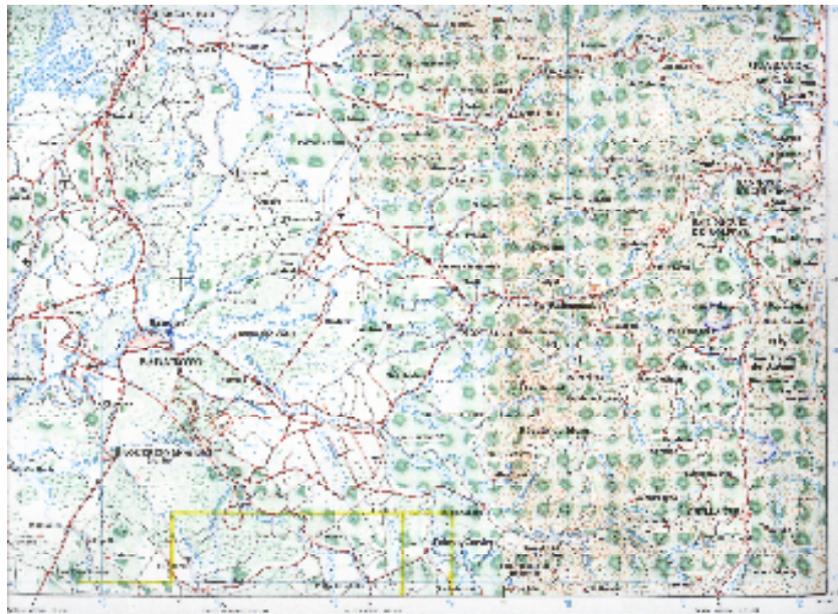
#### 3.1 Área de Estudio

El presente estudio se lo realizó en el Río Caluma, ubicado políticamente en el cantón del mismo nombre, perteneciente a la provincia de Bolívar (**Fig. 2**).

Dicho cantón se encuentra ubicado en la parte meridional y al occidente de la provincia, al terminar las estribaciones externas del ramal de la hoya del Río Chimbo.

El clima es de tipo subtropical, presenta una temperatura media anual de 22°C, con una altura de 350-400 msnm, la humedad promedio es de 87.3% por lo que es una zona bastante húmeda, la precipitación media anual es de 2264.4 mm. Según la clasificación bioclimática de Cañadas, 1980 el cantón Caluma es de un clima Muy Húmedo Subtropical y la zona de vida corresponde a Bosque muy húmedo premontano.

La posición geográfica es de 1°37' Latitud Sur y 79°16' W, los meses de Julio a Noviembre son secos, el resto de los meses se presentan precipitaciones, los meses más húmedos son Febrero, Marzo, Abril y Mayo.



**Figura # 2. Ubicación del cantón Caluma en la provincia de Bolívar**

### 3.2 Metodología

Se realizaron 6 muestreos en dos tramos del Río Caluma, el tramo A corresponde a la sección del río que comprende desde el puente peatonal hasta el puente central que divide a la población de Caluma viejo con Caluma nuevo( Lat. 01° 37' S, Long. 79° 15' W); el tramo B corresponde a la sección del río que pasa por el centro de Caluma viejo (Lat. 01° 37' S, Long. 79° 17'), los peces se los capturó usando como arte de pesca una atarraya de apertura de 2 m<sup>2</sup> aproximadamente por un pescador de la zona, las muestras se las preservó *in situ* con hielo y posteriormente después de haber sido fotografiadas se las preservó en formol al 3% por 24 horas y luego en alcohol etílico al 70% de manera indefinida.

Se tomaron los datos merísticos (número de espinas y radios de las distintas aletas, número de escamas en sobre y debajo de la línea lateral, dentición), y se observó en detalle la morfología de cada pez, todos estos datos sirvieron para la identificación de las especies, se utilizó claves y libros especializados como **(Eigenmann, 1922; Dahl, 1971; Vari, 1992; Bussing, 1998; Buckup, 2004; Maldonado, 2006)**.

La nomenclatura se verificó en base al programa on line “Catalog of fishes” de la Academia de Ciencias de California, dicho programa esta actualizado hasta el 2009 y posee los nombres científicos actualizados válidos y fuentes de referencia sobre todas las especies de peces del mundo conocidas e identificadas, este programa está disponible en la Web. **(Eschmeyer, 2008)**.

Se seleccionaron algunas especies vivas al azar, se raspó suavemente la superficie del pez y las aletas con una hoja de bisturí y esto se montó en una placa porta objeto con el fin de analizar parásitos externos; Una vez terminado el análisis externo se procedió a examinar los órganos internos como branquias, bazo, hígado, riñón y corazón, se extrajeron pequeños trozos de estos órganos y se observaron en el microscopio. **(Conroy & Conroy, 1998)**.

Se tomaron muestras de agua para medir nitritos y amonio usando kits colorimétricos (**Fig. 3**), el pH se analizó con un peachímetro digital, la temperatura con un termómetro ambiental. Con los datos de número de especies se estimaron los índices de Shannon y Simpson.



**Fig. # 3. Muestra de agua en la que se está analizando Amonio (NH4) en el Río Caluma**

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Parámetros Químicos

Los resultados de amonio, nitrito y pH en el Tramo A del río Caluma se presentan a continuación:

El pH en todos los puntos de muestreo durante los seis meses de análisis fluctuó entre 7.1 y 7.3. El amonio estuvo entre 0.01 y 0.02 ppm valor considerado como normal y no tóxico para la vida acuática, igual resultado obtuvo el nitrito que fluctuó entre 0.01 y 0.02 ppm, que también es un valor que no causa gran problema en el desarrollo normal de la biota del río. (Tabla # 1)

**Tabla # 1. Valores promedios mensuales de los parámetros físico-químicos del agua del tramo A del Río Caluma.**

Fecha	Amonio (ppm)	Nitrito (ppm)	pH	Temperatura (°C)
Jun. 2009	0.01	0.01	7.1	25.1
Jul. 2009	0.02	0.01	7.1	25.5
Ago. 2009	0.01	0.01	7.2	26.2
Sep. 2009	0.01	0.01	7.3	26.4
Oct. 2009	0.01	0.01	7.3	26.8
Nov. 2009	0.01	0.01	7.2	26.8
Dic. 2009	0.01	0.02	7.2	27.2

En comparación con los resultados del tramo B que son totalmente diferentes el pH fluctuó entre 7.5 y 7.7, el amonio alcanzó su máximo nivel en uno de los puntos de muestreo el valor fue de 5 ppm un valor muy tóxico para la fauna del medio, como promedio para todos los puntos de muestreo fue de 0.55 ppm, cuando el máximo que se considera para este compuesto nitrogenado para el desarrollo de la vida acuática es de 0.10 ppm dependiendo de las especies, hay especies más tolerantes como *Lebiasina bimaculata*, *Astyanax festae* y *Aequidens rivulatus* especies capturadas

en este tramo contaminado, las otras especies como no toleran estas condiciones mueren o ya no se desarrollan en este tramo del río.

Los valores del nitrito como promedio fue de 0.20 ppm, la literatura indica que en cultivo de peces o en ambientes acuáticos este valor debe de estar por debajo de 0.010, en la última estación de muestreo el promedio de nitrito fue de 0.30 ppm valor considerado como toxico para los peces (**Nicovita, s.f.**) pero el nitrito es un compuesto de corta duración en el agua ya que las bacterias nitrificantes (*Nitrobacter sp.*) se encargan de transformarlo a nitrato un compuesto no toxico para la vida acuática.

La temperatura ambiental oscilo entre 25°C y 26°C, la temperatura del agua estuvo entre 25.1°C y 27.2°C en todas las estaciones de muestreo. (Tabla # 2).

**Tabla # 2. Valores promedios mensuales de los parámetros físico-químicos del agua del tramo B del Río Caluma.**

<b>Fecha</b>	<b>Amonio (ppm)</b>	<b>Nitrito (ppm)</b>	<b>pH</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Jun. 2009	0.6	0.3	7.5	25.5
Jul. 2009	0.7	0.3	7.5	25.8
Ago. 2009	0.5	0.2	7.6	26.2
Sep. 2009	0.5	0.2	7.7	26.5
Oct. 2009	0.5	0.2	7.7	26.8
Nov. 2009	0.5	0.2	7.6	27.1
Dic. 2009	0.6	0.2	7.5	27.2

En las figuras 4 y 5, se puede apreciar los valores promedios de amonio y nitrito para cada muestreo en los dos tramos que se analizaron, la diferencia es muy notoria tal como se puede observar en la grafica que en el tramo B los valores de amonio y nitrito son más elevados que en el tramo A.

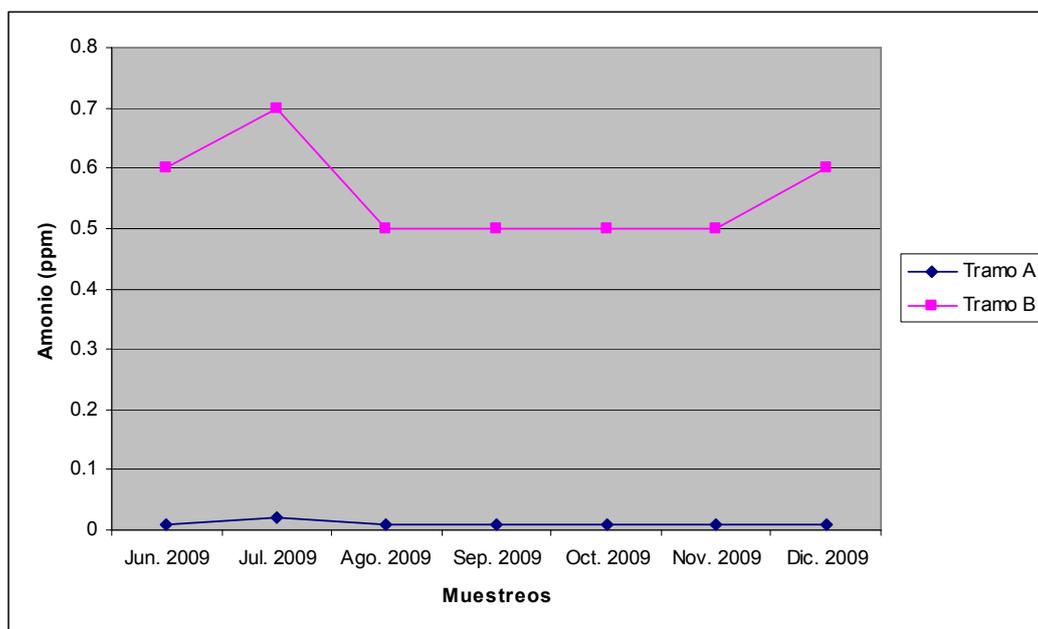


Fig. # 4. Valores promedios de Amonio (ppm) en los tramos A y B del Río Caluma

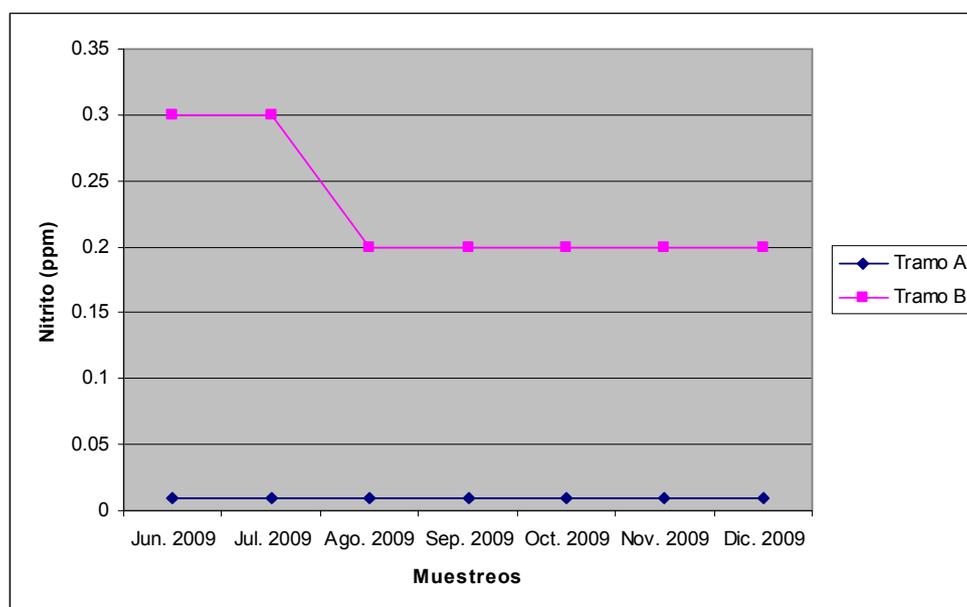


Fig. # 5. Valores promedios de Nitrito (ppm) en los tramos A y B del Río Caluma

## 4.2 Especies identificadas y Abundancia

Se capturaron un total de 1019 organismos en los seis muestreos realizados en el tramo A, se identificó 3 órdenes, 9 familias, 16 géneros y 17 especies, de las cuales 14 son nativas y 2 son endémicas del Ecuador.

En el tramo B se capturaron un total de 230 organismos, se identificó: 2 órdenes, 3 familias 5 géneros y 5 especies todas ellas nativas.

La especie *Astyanax festae*, un Characiforme de la familia Characidae, fue el pez más abundante capturado en los dos tramos, en el tramo A se capturaron 727 peces lo que corresponde al **71,34 %** de la captura total, en el tramo B, se colectaron 209 *Astyanax festae* lo que corresponde al **90,8 %** de la captura total.

Se pueden considerar como capturas incidentales a dos especies que solo se capturo dos ejemplares en el caso de *Rhamdia cinerascens*, y un ejemplar que pertenece a la especie *Gobiomorus maculatus*.

Se capturo una especie de la familia Loricariidae que no se encuentra registrada para la Cuenca del Río Guayas, pertenece al genero *Cordylancistrus* no se ha determinado aun su status pues es su primer registro en la zona Occidental del Ecuador, hay una especie de este género en el país pero está registrada para la Cuenca del Río Napo. **(Tabla #3)**.

**Tabla # 3. Especies capturadas del río Caluma y su status mundial.**

TAXON	Nombre común *	Status**
<b>Orden Characiformes</b>		
<b>Familia Characidae</b>		
<i>Astyanax festae</i> (Ortega & Vari, 1986)	Cachuela	Nativa
<i>Bryconamericus brevirostris</i> (Gunther, 1859)	Cachuela	Nativa
<i>Brycon atrocaudatus</i> (Kner, 1863 )	Dama	Nativa
<i>Rhoadsia altipinna</i> (Fowler, 1911)	Chavelita	Nativa
<b>Familia Curimatidae</b>		
<i>Pseudocurimata boulengeri</i> (Vari, 1989)	Dica	Nativa
<i>Pseudocurimata troschelii</i> (Fernández-Yépez, 1948)	Dica	Nativa
<b>Familia Parodontidae</b>		
<i>Saccodon wagneri</i> (Kner & Steindachner, 1864)	Ratón	Nativa
<i>Parodon terminalis</i> (Eigenmann & Henn, 1914)	Ratón	Endémica
<b>Familia Lebiasinidae</b>		
<i>Lebiasina bimaculata</i> (Valenciennes, 1846)	Huaija	Nativa
<b>Orden Siluriformes</b>		
<b>Familia Heptateridae</b>		
<i>Pimelodella modestus</i> (Regan, 1903)	Chillo	Endémica
<i>Rhamdia cinerascens</i> (Gunther, 1864)	Barbudo	Nativa
<b>Familia Loricariidae</b>		
<i>Chaetostoma fischeri</i> (Steindachner, 1879)	Campeche	Nativa
<i>Cordylancistrus</i> sp.	Campeche	--
<i>Isorineloricaria spinosissima</i> (Isobrückner, 1980)	Raspabalsa	Nativa
<b>Familia Trichomycteridae</b>		
<i>Trichomycterus laticeps</i> (Kner, 1918)	Anguila	Nativa
<b>Orden Perciformes</b>		
<b>Familia Cichlidae</b>		
<i>Aequidens rivulatus</i> (Gunther, 1859)	Vieja azul	Nativa
<b>Familia Eleotridae</b>		
<i>Gobiomorus maculatus</i> (Gunther, 1859)	Guabina	Nativa

\* Nombres comunes comunicados por los pobladores de la zona

\*\* Fuente: Catalog of Fishes, Academia de Ciencias de California-USA. & Fishbase 2010

En la tabla # 4 se presentan el número de especies por orden taxonómico para los peces del río Caluma y su porcentaje, donde se observa la dominancia de especies del Orden Characiformes sobre los otros dos órdenes restantes.

**Tabla # 4. Porcentaje de especies por orden taxonómico para los peces del Río Caluma**

<b>ORDENES</b>	<b>Número de especies</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Characiformes	9	52.94
Siluriformes	6	35.29
Perciformes	2	11.76
Total	17	100

Las familias con mayor número de especies corresponden en orden descendente a: Characidae (4 esp.), Loricariidae (3 esp.), Curimatidae (2 esp.), Parodontidae (2 esp.), Heptateridae (2 esp.), y con una especie las familias: Lebiasinidae, Trichomycteridae, Cichlidae y Eleotridae.

En la **tabla # 5** se indica con detalle el número de especies identificadas por familia y su porcentaje donde se indica que la familia Characidae tuvo un 23.52% de ocurrencia en las capturas.

**Tabla # 5. Número de especies y porcentaje por familia para los peces del Río Caluma.**

<b>FAMILIAS</b>	<b>Número de especies</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Characidae	4	23.52
Loricariidae	3	17.64
Curimatidae	2	11.76
Parodontidae	2	11.76
Heptateridae	2	11.76
Lebiasinidae	1	5.88
Trichomycteridae	1	5.88
Cichlidae	1	5.88
Eleotridae	1	5.88
TOTAL	17	100

En la **tabla # 6**, se mencionan las especies capturadas en cada uno de los tramos donde las diferencias son notables desde el punto de vista del número de especies capturadas.

**Tabla # 6. Especies capturadas en los tramos A y B del Río Caluma.**

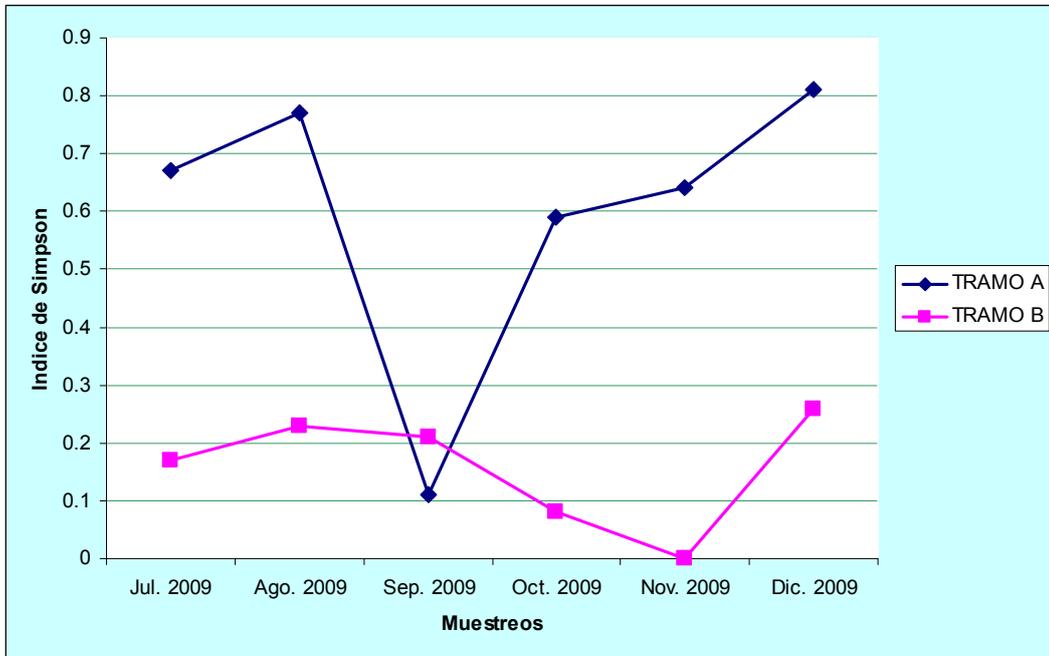
<b>Numero</b>	<b>Tramo A</b>	<b>Tramo B</b>
1	<i>Astyanax festae</i>	<i>Astyanax festae</i>
2	<i>Bryconamericus brevirostris</i>	<i>Bryconamericus brevirostris</i>
3	<i>Rhoadsia altipinna</i>	<i>Rhoadsia altipinna</i>
4	<i>Brycon atrocaudatus</i>	<i>Lebiasina bimaculata</i>
5	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	<i>Aequidens rivulatus</i>
6	<i>Pseudocurimata troschellii</i>	
7	<i>Saccodon wagneri</i>	
8	<i>Parodon terminalis</i>	
9	<i>Lebiasina bimaculata</i>	
10	<i>Pimelodella modestus</i>	
11	<i>Rhamdia cinerascens</i>	
12	<i>Chaetostoma fischeri</i>	
13	<i>Cordylancistrus</i> sp.	
14	<i>Isorineloricaria spinosissima</i>	
15	<i>Trichomycterus laticeps</i>	
16	<i>Aequidens rivulatus</i>	
17	<i>Gobiomorus maculatus</i>	

### 4.3. Diversidad

Los resultados de diversidad se calcularon utilizando el Índice de Simpson y el de Shannon-Wiener (H).

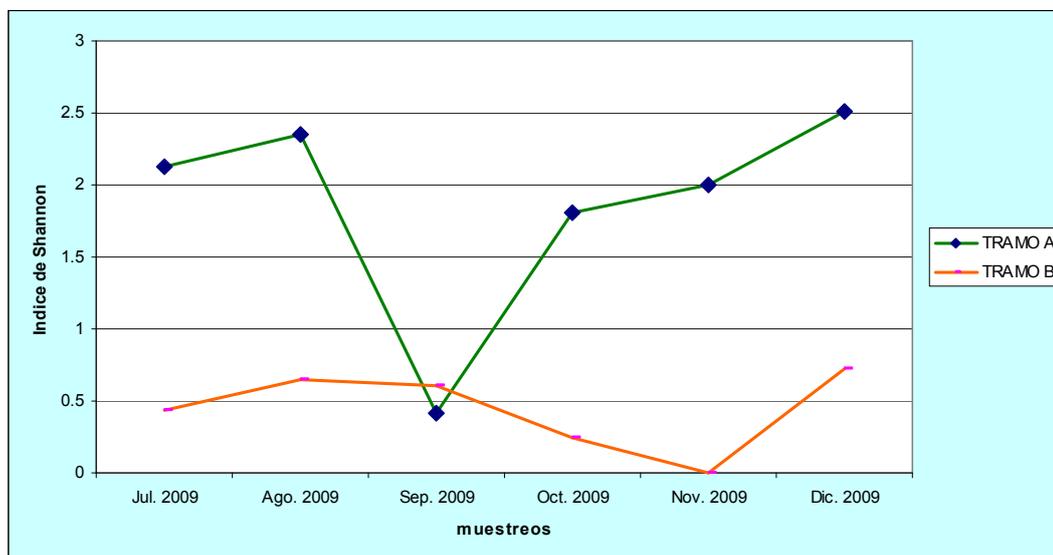
La interpretación de los datos utilizando en Índice de Simpson se mide con rangos de 0.0 a 0.9 como diversidad baja y de 1.0 en adelante como diversidad alta, la fórmula empleada fue:  $D = 1 - \sum ni (ni-1)/N (N-1)$ .

La diversidad media según el Índice de Simpson en el tramo A fue de 0.60 y del tramo B fue de 0.16 los dos resultados según esta metodología indican diversidad baja, obviamente, en el Tramo A la diversidad es más alta que en el tramo B (**Fig. # 6**).



**Fig., # 6 . Resultados del Índice de Simpson en los muestreos realizados en los tramos A y B del Río Caluma**

Similar interpretación da el Índice de Shannon-Wiener [ $H_s = 3.3219(\log N - 1/N \sum ni \log ni)$ ], el resultado para el tramo A fue de 1.87 bitios y para el tramo B: 0.44 bitios resultados que según este método califican a la diversidad del Río Caluma como baja pero se ratifica que la diversidad es mayor en el tramo A que en el B. (**Fig. # 7**)



**Fig., # 7. Resultados del Índice de Shannon & Wiener en los muestreos realizados en los tramos A y B del Río Caluma**

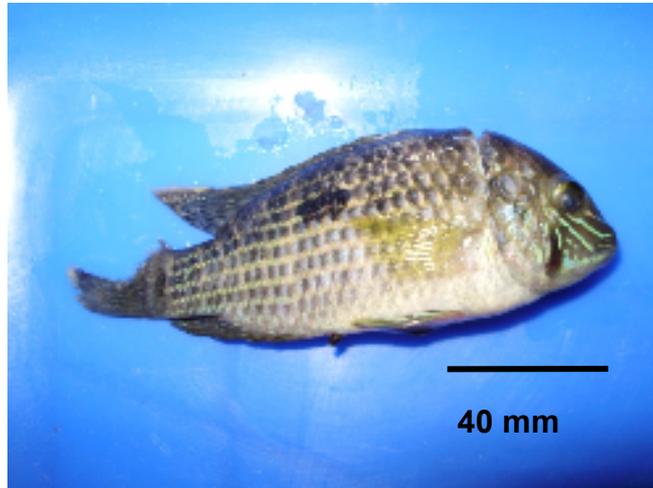
#### 4.4. Patologías en peces

En el análisis de patología en fresco se encontraron diversas patologías en los peces capturados en el tramo B del río Caluma, sin embargo en el Tramo A solo se evidencio presencia de parásitos del genero *Dactylogirus*.

Los principales problemas patológicos hallados en los peces del tramo B fueron:

1. Infestación por parásitos diversos (*Trichodina*, *Scyphidia*, huevos de *Dactylogirus*).
2. Aletas raídas (asociado a bacterias del genero *Flexibacter*). **Fig. #8**
3. Irritación e Hiperplasia en branquias, (asociado a niveles de amonio elevados)
4. Hígado con petequias, fibromas, palidez y agrandamiento.
5. Bazo con abundantes macrófagos, fibromas, presencia de bazos esplenomegálicos.

6. Riñón con presencia excesiva de macrófagos.
7. Vesículas agrandadas “colicistitis”.
8. Presencia de grasa intestinal (Lipomas), asociado a mala nutrición.



**Fig. # 8. *Aequidens rivulatus* con aleta caudal raída presuntamente causada por presencia de bacterias del genero *Flexibacter*.**

Las patologías encontradas en las especies de peces capturados en el Tramo B del Río Caluma son causadas por diversos factores:

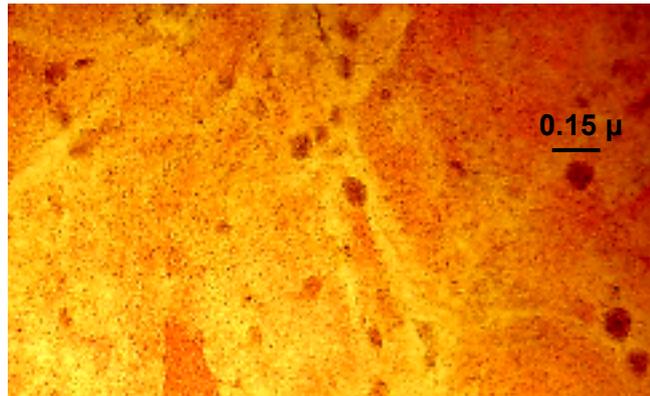
1. Valores por encima de 0.10 ppm de Compuestos nitrogenados (NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>)
2. Presencia de cría de animales de granja en las riberas del río.
3. Desechos urbanos presentes en el agua

Las especies de peces en donde se encontraron mayor numero de patologías fue en *Aequidens rivulatus* y *Rhoadsia altipinna*, especies presentes en el tramo contaminado.

La patología más común fue la presencia de macrófagos en bazo, el bazo en los peces es el único órgano similar a un ganglio linfático, la presencia de dichos macrófagos es normal pero la función de estos es de englobar sustancias extrañas para el cuerpo del pez estas pueden ser contaminantes, luego estos macrófagos se unen en centros

melanomacrófagos que en la placa se observan como acumulaciones oscuras en el epitelio (**Fig. # 9**).

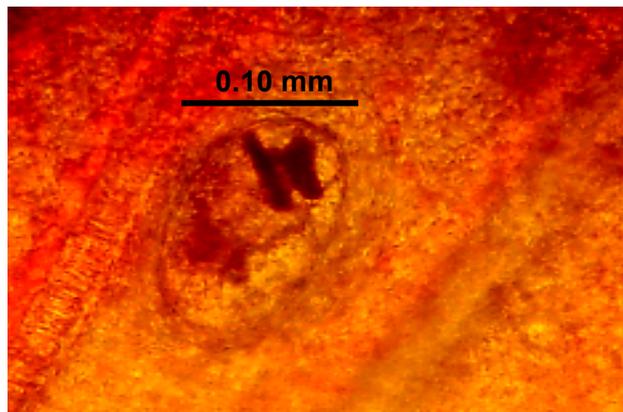
Se relaciona la presencia de estos centros a problemas nutricionales, procesos patológicos, sustancias tóxicas en el medio, perturbaciones en la homeostasis y situaciones de estrés ambiental. (**Jiménez, 2007**).



**Fig. # 9. Patología en fresco del bazo de *Rhoadsia altipinna* donde se observa la presencia de macrófagos.**

Otra patología común en los peces del tramo B (contaminado) del Río Caluma fue la presencia de huevos del parásito trematodo monogeneo *Dactylogirus*, estos parásitos son comunes en la piel y branquias de peces, infecciones por este parásito se desencadenan en aguas contaminadas, con altas concentraciones de amonio y nitrito, estos parásitos se alimentan principalmente de los estratos superficiales de la piel y las branquias. Estos monogéneos son capaces de completar su ciclo vital dentro del pez y no necesitan otro huésped.

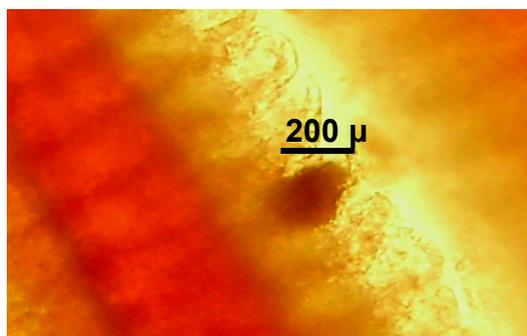
En muchos casos se encontraron branquias con presencia de huevos de digéneos parásitos (**Fig. # 10**).



**Fig. # 10. Branquias de *Rhoadsia altipinna* con presencia de huevos de digéneos parásitos (metacercarias)**

La presencia de branquias inflamadas, con hiperplasia y necrosis, fue muy común encontrarla en los peces disectados, estos problemas son causados presumiblemente por niveles de amonio elevados en el agua y desechos tóxicos.

En otros casos la presencia de parásitos fueron las causantes de necrosis e hiperplasia branquial. (**Fig. # 11 y 12**)



**Fig. # 11. Branquia de *Aequidens rivulatus* con proceso de necrosis en lamela secundaria**



**Fig. # 12. Branquia de *Rhoadsia altipinna* con un proceso de hiperplasia.**

#### **4.5 Interpretación ecológica**

Cuando en un cuerpo de agua la diversidad calculada es baja significa que el sistema está sometido a algún tipo de tensión (vertidos, dragados, desechos tóxicos), es el caso de este tramo del Río Caluma, en cuanto a la composición de las especies en el tramo contaminado el 70% de las capturas corresponden a una sola especie, *Astyanax festae* que es un charácido muy común en toda la Cuenca del Guayas (Laaz et al, 2009), además es muy prolífico, capaz de poner de 280 a 350 huevos (Torres, 2010), y resistente a condiciones anóxicas y aguas contaminadas, en resumen en un hábitat acuático normal sin contaminantes no existen este tipo de dominancias de especies, sino que hay un equilibrio normal entre todas ellas, ecológicamente en este sector del río hay una sobre población de este pez lo que indica que hay un desequilibrio en el desarrollo normal del ecosistema.

La especie *Lebiasina bimaculata* (Fig. # 13), es conocida como especie indicadora de condiciones anómalas en el agua, elevada carga orgánica en el medio y aguas pobre en oxígeno. (Ramírez Gil H. et al. S.f.), esta especie se desarrolla normalmente en este tramo contaminado e incluso parece inmune a ciertas patologías que en otras especies si se encontraron.



**Fig. # 13 *Lebiasina bimaculata*** (huaija, 80 mm Lt. Escala de 20 mm)

El cantón Caluma al no poseer un sistema de drenaje de aguas servidas, tiene por obligación que verter esta agua residual al río, una medida de manejo para esta cuenca es la construcción de un verdadero sistema de drenaje de aguas servidas, esta agua luego de ser almacenada en una planta de tratamiento de aguas servidas pueda ser devuelta limpia o en condiciones aceptables al río.

La presencia de desechos orgánicos e inorgánicos en las riberas y dentro del tramo B (contaminado) es notable a simple vista, se debe establecer campañas de educación ambiental a la población, para paliar algo este problema, el hecho de que el sistema de recolección de basura no sea bueno es otra causa de esta contaminación, los pobladores mencionan que no pasa el recolector y que por esta razón echan la basura al río. La presencia de alevines y juveniles de peces en el río es un indicativo que esta sección hídrica es utilizada por la ictiofauna como zona de reproducción, desove y crecimiento de distintas especies de peces, estos luego son utilizados por la población como alimento o pesca de subsistencia, la contaminación presente en el río podría a futuro desaparecer este recurso como se ha observado en una sección de este cuerpo de agua, el establecimiento de normas u ordenanzas que protejan la integridad del ecosistema es una medida a tomar.

## 5. DISCUSION

La ictiofauna presente en el Río Caluma es un recurso importante para la población, muchas personas se dedican a la pesca con anzuelo, los peces capturados son usados básicamente para alimentación de algunas familias del cantón, esto obviamente no posee ningún costo, pero la importancia de los peces no solo es socioeconómica también lo es ambiental y ecológica, los peces son parte de la cadena trófica en el ecosistema acuático, controlan estadios larvales de insectos muchas veces perjudiciales para la salud humana, sirven de alimento para otras especies como aves y mamíferos.

Conejeros, et al, 2002, menciona que la ictiofauna de sistemas fluviales es un recurso natural renovable de importancia tanto ecosistémica como social y que por esto tienen un gran valor ambiental, Arce, 2006 también resalta la importancia de los ecosistemas acuáticos porque en ellos se encuentra una gran diversidad, incluso superior a la encontrada en ecosistemas terrestres.

Comparando las capturas en las dos secciones del Río Caluma es notable la diferencia en número de especies en cada tramo, en el tramo que no recibe contaminación aparente, se lograron capturar e identificar 17 especies de peces, mientras que en el tramo contaminado que es de alrededor de 1 Km. de largo y pasa por el barrio “Santa Rosa” se logro capturar solo 5 especies.

De estas cinco especies capturadas se observo una dominancia del charácido *Astyanax festae*, llegando a ser el 80% de la captura total en este tramo de río, cuando en un cuerpo de agua se observa una dominancia a tal magnitud indica un desequilibrio en el ecosistema, lo normal sería observar una equidad en el número de especies, que mantenga el equilibrio en la cadena trófica, *Astyanax festae* es un pez omnívoro que no rechaza alimentarse de materia orgánica y desperdicios caseros.

Otra particularidad, es la ocurrencia de que todas las especies capturadas en este sector del río son de carácter omnívoro y aprovechan la materia orgánica en descomposición para satisfacer sus necesidades alimentarias.

En cuanto a la contaminación por desechos urbanos que existe en el Río Caluma, López, J & Rubio, s.f., mencionan que las condiciones de contaminación orgánica e industrial afectan negativamente la conservación de algunas especies ícticas nativas en el Río Cauca en Colombia, similar caso ocurre en el Río Caluma que en uno de sus tramos la población lo utiliza como vertedero de desechos y aguas servidas.

En época seca el río Caluma pierde algo de caudal y las condiciones sanitarias del agua empeoran, los niveles de amonio se incrementan en algunas zonas, valores de hasta 5 ppm se encontraron en partes del tramo contaminado, por la razón de que al haber menos agua los contaminantes domésticos están más concentrados, situación que agrava los niveles de oxígeno, elemento prioritario para el desarrollo normal de las especies acuáticas.

Mientras que en la sección del río que no es usado como vertedero de desechos los niveles de amonio y nitrito se encuentran en el orden de 0.01 ppm y 0.05 ppm para los dos compuestos, valores que no son tóxicos para la fauna íctica de la zona y que como podemos observar no afectan al número de especies capturadas (17) ni a la diversidad de la zona.

A nivel patológico las especies capturadas en el tramo no contaminado presentaron infestación leve por parásitos y algo de grasa en las vísceras debido a una posible mala nutrición de las especies, pero la mayoría de especies colectadas presentaron buena salud y desarrollo.

En comparación a la diversidad de patologías y problemas a nivel parasitario que se encontraron en los peces que habitan en el tramo contaminado de este río, dentro de las enfermedades más comunes tenemos la presencia de ectoparásitos de los géneros *Trichodina*, *Scyphidia*, *Dactylogirus*; aletas raídas asociado a la presencia de bacterias del genero *Flexibacter*, branquias con irritación e hiperplasia esto asociado a la presencia de contaminantes en el agua posiblemente amonio y nitrito, problemas a nivel de hígado, bazo y riñón con presencia excesiva de macrófagos estos macrófagos se encargan de englobar y almacenar sustancias contaminantes y extrañas en el cuerpo del pez, la presencia excesiva de estos indica problemas de contaminantes en el agua.

Todas las patologías encontradas en las especies fueron detectadas mediante análisis en fresco, en el momento de la captura de los organismos y se los proceso vivos.

Según Conroy & Conroy (1998), un diagnóstico patológico correcto y rápido (en fresco), es la piedra angular para implementar medidas oportunas para la prevención y control de enfermedades en los peces.

Analizando los resultados de diversidad obtenidos mediante el Índice de Shannon & Wiener y el de Simpson Index, se puede determinar que la diversidad en general del Río Caluma es baja, se considera estos resultados como normales, por lo general la diversidad de todos los organismos (plantas y animales), de los bosques occidentales del Ecuador es baja o también llamada diversidad beta, en comparación con las selvas amazónicas ecuatorianas o bosques orientales donde la diversidad es alta o conocida con el nombre de diversidad alfa.

Cabe resaltar que los resultados de diversidad del tramo contaminado, donde en algunas ocasiones solo se capturo una especie dando una diversidad de cero; Estos resultados bajos eran predecibles puesto que en las capturas solo 5 especies fueron colectadas durante los seis muestreos realizados, pero era necesario tener el dato estadístico para robustecer las conclusiones y tener una comparación numérica.

## 6. CONCLUSIONES

- La contaminación urbana en el tramo B del Río Caluma, incrementa los niveles de amonio y nitrito a valores tóxicos para los peces.
- El deterioro de la calidad del agua del tramo B del Río Caluma ha actuado sobre la ictiofauna disminuyendo la riqueza de especies, esto ha permitido que especies con un amplio rango de resistencia a estos cambios y deterioros ambientales como *Astyanax festae* y *Lebiasina bimaculata*, permanezcan distribuidas en este tramo de río, las otras especies que habitan en el tramo menos contaminado al no soportar estas condiciones anómalas no entran en esta sección de río o mueren al hacerlo.
- La ictiofauna presente en el Río Caluma tiene valor económico para los pobladores, algunos de ellos se dedican a la pesca, que la utilizan para comercializarla o como fuente de alimento.
- La dominancia de los peces del Orden Characiformes se explica por que ellos forman grandes cardúmenes y habitan en un mismo tipo de ambiente, lo que causo su mayor abundancia en las capturas.
- Los niveles altos de amonio y nitrito incrementan la proliferación de parásitos y bacterias que afectan a los peces, e impiden el desarrollo normal y el número de especies presentes en esta sección del río.

## 7. RECOMENDACIONES

- Diseñar un Plan de Manejo Ambiental de la Microcuenca del Río Caluma para mitigar los impactos ambientales presentes y futuros.
- Establecer la Unidad de Gestión Ambiental en el Municipio del cantón Caluma
- Establecer un sistema de recolección de desperdicios eficiente por parte de las autoridades competentes deberá funcionar en el cantón para resolver el problema de las acumulaciones de desechos en las calles y riberas del río.
- Además del establecimiento de un sistema de recolección eficiente de desechos sólidos, el reciclaje de estos desechos tanto orgánicos como inorgánicos se puede realizar porque las condiciones del cantón lo permiten, por su tamaño relativamente pequeño se puede trabajar con la mayoría de la población, se debe comenzar con una planta de reciclaje pequeña como por ejemplo de vidrio, plástico, papel, metal, etc, materiales que se puedan reutilizar para otras actividades
- En cuanto a los desechos orgánicos se deben establecer sistemas de reciclaje de nutrientes mediante técnicas como el compostaje o el bocashi, que permiten obtener fertilizantes naturales que se pueden utilizar en los sembríos de la población, aprovechando que este cantón es netamente agrícola.

## 8. LITERATURA CITADA

- ARCE, O., 2006. Indicadores biológicos de calidad de agua, Cochabamba, Bolivia. 21 pg.
- BARNHILL, B., LOPEZ, E. & A. LES. 1974. Estudio sobre la biología de los peces del río Vinces. INSTITUTO NACIONAL DE PESCA, Bol. Cient. Tec. Vol (III) Num (I). 40 pg.
- BARRIENTOS, C. 1999. Caracterización de la ictiofauna con importancia alimenticia de los ríos San Pedro y Sacluc, en el área de influencia de la estación biológica “Las Guacamayas”, Departamento de El Petén, Guatemala. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. 37 pg.
- BARRIGA, R. 1991. Los peces de agua dulce del Ecuador, Edit. POLITECNICA BIOLOGIA 3, Vol. XVI (3): 84 pg.
- BOHLKE, J. 1958. Studies on fishes of the family Characidae, N° 14, A report on several extensive recent collection from Ecuador. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 121 pp
- BOULENGER, G. A. 1899. Description of a new genus of Gobioid fishes from the Andes of Ecuador. Annals and Magazine Natural History, (7), IV, 1899, pp. 125-126.
- BUCHER, E., CASTRO, G. & V. FLORIS, 1997. Conservación de ecosistemas de agua dulce: Hacia una estrategia de manejo integrado de recursos hídricos. Washington, D.C. 43 pg.
- BUCKUP, P. 2004. Introducción a sistemática de peces neotropicales, Vol. 2. Claves de identificación, Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil. 44 pg.
- BUSSING, W.A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica (Freshwater Fishes of Costa Rica). 2nd. Ed. San José, Costa Rica: Edit. Universidad de Costa Rica. 20 pg.

- CAÑADAS, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG, Quito-Ecuador. 197 pg.
- CASTRO, G. 1995. A Freshwater Initiative for Latin America and the Caribbean.. Washington, D.C.: World Wildlife Fund. 79 pg.
- CONEJEROS, E., et al. 2002. Alcances sobre el uso sustentable de la ictiofauna de sistemas fluviales, Concepción-Chile. 15- 20 pg.
- CONROY, G., CONROY D.A., 1998. Enfermedades y parásitos de cachamas, pacu y tilapias. Documento Tecnico N 3. UDATPA, Pharma-Fish, Maracay-Venezuela. 67 pg.
- DAHL, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogota –Colombia. 391 pg.
- EIGENMAN, C. 1922. Fishes of Northwestern South America, Memoirs of Museum of Carnegie 349 pp.
- ESCHEMEYER, W. 1998. Catalog of fishes, California Academy of Sciences, San Francisco-USA. [www.calacademy.org/.../catalog/fishcatsearch.html](http://www.calacademy.org/.../catalog/fishcatsearch.html)
- FOWLER, H. 1911. New freshwater fishes from western Ecuador. Proceedings Academy Natural Sciences of Philadelphia. 493-520 pp.
- GLODEK, G. 1978. The freshwater fishes of Western Ecuador, Tesis of Master of Science, Northern Illinois University. 415 p.
- HUMBOLDT, A. VON. 1833. Recherches sur les Poissons Fluviatiles de America Equinoxiale. Recueil d' observations de zoologie et d' anatomie comparée, ibid., II, pp. 141-216, originally Publisher in 1817.
- JIMENEZ, R. 2007. Enfermedades de tilapia en cultivo. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Proyecto SENACYT-PIC-229. 108 pg.
- LAAZ, E., V. SALAZAR & A. TORRES 2009. Guía Ilustrada para la identificación de peces continentales de la cuenca del Guayas. Facultad de Ciencias Naturales- Universidad de Guayaquil. 40 pg.

- LOPEZ, J., RUBIO, E. s.f. Estudio de parámetros sanguíneos como indicadores de salud de los peces de la cuenca alta del Río Cauca en el Departamento del Valle del Cauca. 11 pg.
- LOZANO, D. & F. LOPEZ, 2001. Manual de piscicultura de la región amazónica ecuatoriana, Imprenta MOSSAICO, Quito-Ecuador, 154 pg.
- MALDONADO, J. 2006. Peces de los Andes de Colombia, Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. 346 pg.
- NELSON, J. 1994. Fishes of the world. A Wiley interscience publication, Nueva York. 20 pp.
- OVCHYNNYK, M. 1971. Peces de agua dulce del Ecuador y perspectivas para desarrollar sus cultivos, Michigan State University, USA. 68 pg.
- PINNA, M.C.C. de 1992. *Trichomycterus castroi*, a new species of trichomycterid catfish from the Rio Iguacu of Southeastern Brazil (Teleostei: Siluriformes). Ichthyol. Explor. Freshwaters 3: 89-95 pp.
- RAMIREZ, G. ET AL. s.f. Familia Lebiasinidae. [www.familialebiasinidae.com.co](http://www.familialebiasinidae.com.co)
- REINCHENBACH, H. 1982. Enfermedades de los peces. Edit. Acribia, Zaragoza-España. 507 pg.
- ROBERTS, R. J. 1981. Patología de los peces. Ed. Mundi-prensa, Madrid. 366 pg.
- SCHAPERCLAUS, 1979. Enfermedades de los peces, IV Edición.
- SCOTT, D. A. y M. CARBONELL. 1986. Inventory of Neotropical Wetlands Slimbridge y Cambridge: IWRB y IUCN.
- TORRES, A. 2009. Reproducción de *Astyanax festae* en condiciones de cautiverio, comunicación personal, manuscrito no publicado.
- VARI, R.P. 1992. Systematics of the Neotropical Characiform Genus *Curimatella* Eigenmann and Eigenmann (Pisces: Ostariophysi), with Summary Comments on the Curimatidae. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. USA. 56 pp.

- VARI, R.P. & L.R. MALABARBA. 1998. Neotropical Ichthyology: an Overview  
Phylogen and Clasification of Neotropical Fishes C.A. Edippucrs, Porto Alegre,  
Brasil. 48 pg.
- VASQUEZ, G. S.F. Bioindicadores como herramientas para determinar calidad de  
agua. 41-48 pg.
- WAGNER, M. 1870. Uber die hydrographischen Verhaltnisse und das  
Vorkommender Susswasserfische in den Staaten Panama and Ecuador. 1-49 pp.
- WETZEL, R. G. 1981. Limnología, Ed. SAUNDERS. 679 pg.

# **ANEXOS**

**ANEXO I. Especies capturadas en el Río Caluma.**



20 mm

*Astyanax festae* (Cachueta)



20 mm

*Chaetostoma fischeri* (Campeche)



20 mm

*Aequidens rivulatus* (Vieja azul)



—  
20 mm

***Lebiasina bimaculata* (Huaija)**



—  
20 mm

***Saccodon wagneri* (Ratón)**



—  
20 mm

***Pimelodella modestus* (Chillo)**



20 mm

***Trichomycterus laticeps* (Anguila)**



20 mm

***Cordylancistrus* sp. (Campeche)**



20 mm

***Rhamdia cinerascens* (Barbudo)**

## Anexo II. Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y su procedencia

CARACTERISTICAS	PROCEDENCIA
<b>Propiedades físicas</b>	
Color	Aguas residuales domesticas e industriales, degradación natural de materia orgánica
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domesticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Temperatura	Aguas residuales domesticas e industriales
<b>Comp. Químicos</b>	
<b>Orgánicos:</b>	
Carbohidratos	Aguas residuales domesticas e industriales
Grasas animales y aceites	Aguas residuales domesticas e industriales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domesticas e industriales
Agentes tensoactivos	Aguas residuales domesticas e industriales
Compuestos volátiles	Aguas residuales domesticas e industriales
<b>Inorgánicos:</b>	
Alcalinidad	Aguas residuales industriales, infiltración de aguas subterráneas
Cloruros	Aguas residuales domesticas e industriales
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y Aguas residuales domesticas e industriales
pH	Aguas residuales domesticas e industriales
Fósforo	Aguas residuales domesticas e industriales
Azufre	Aguas residuales domesticas e industriales
<b>Gases:</b>	
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
<b>Constituyentes biológicos</b>	
Animales y Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Bacterias	Descomposición de residuos domésticos
Virus	Aguas residuales domesticas

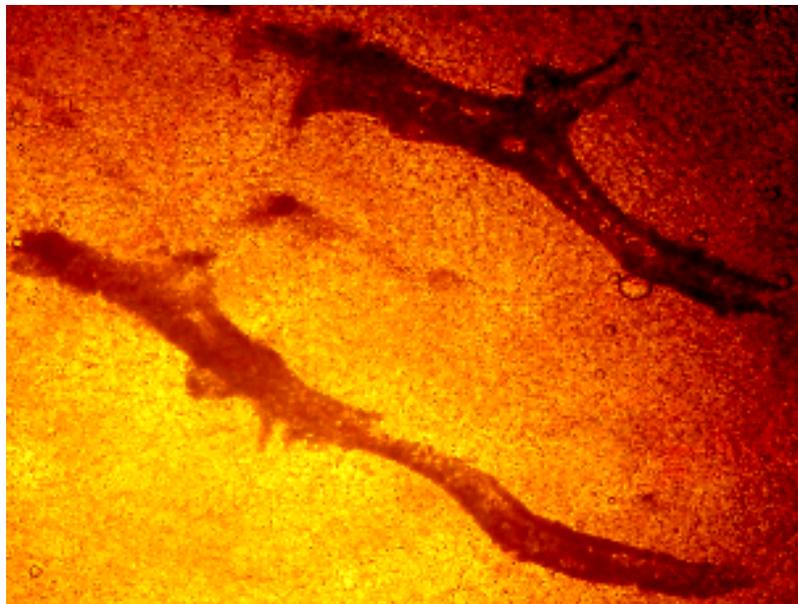
Fuente: CRIQL

**Anexo: III. Fotos de patología en fresco de los peces del Río Caluma**

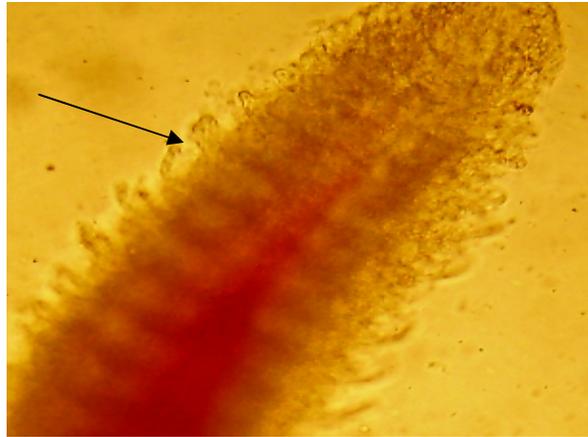
**Macrófagos presentes en el bazo de *Aequidens rivulatus***



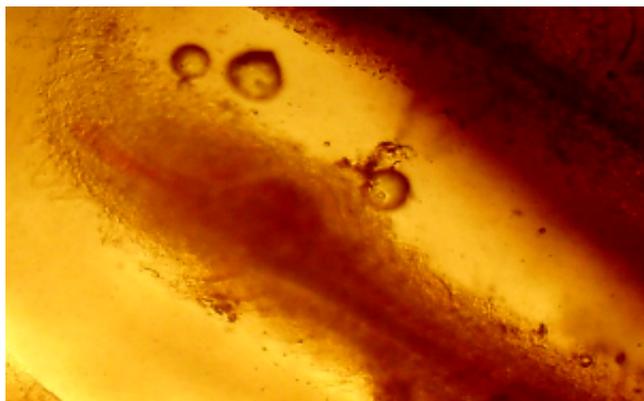
**Presencia de fibromas en hígado de *Rhoadsia altipinna***



**Presencia de filamentos branquiales secundarios fusionados**



**Dilatación de la lamela branquial primaria**



***Rhoadsia altipinna* (Chavelita), ha perdido su opérculo por posible ataque bacteriano**



#### **ANEXO: IV. Contaminación urbana en el Río Caluma.**



Tramo B o contaminado del río Caluma, se observa coloración turbia del agua y desechos sólidos en el lecho y márgenes



En esta foto se observa el momento en que por medio de una tubería se vierten aguas residuales al río



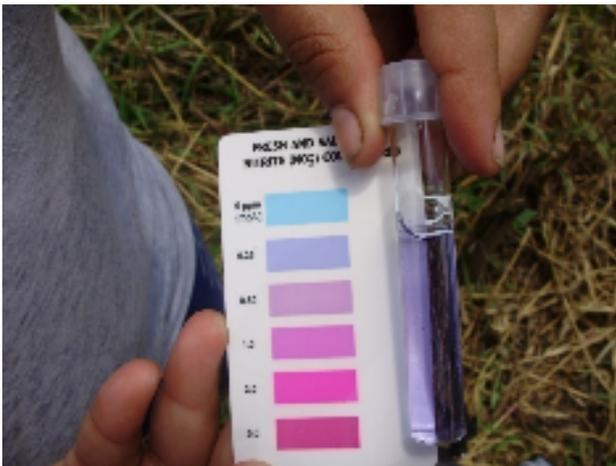
Aquí se observa las tuberías de desfogue de aguas servidas de una de las casas construida al pie del río.



Otra tubería que da directamente al río, todas las casas asentadas al pie de este tramo del río Caluma poseen estas tuberías en sus viviendas



Algunos pobladores han construido surcos en el suelo para poder eliminar las aguas servidas de sus casas, estos vertidos son guiados al río.



Momento en que se estaba analizando nitrito con un kit colorimétrico, nótese el color violeta que indica 0.25 ppm de nitrito valor toxico para la biota acuática.



Muestra de agua en la cual se observan valores altos de amonio según este kit colorimétrico, mientras mas verde se pone la muestra más alta es la concentración de este compuesto nitrogenado.



Desechos presentes en las márgenes del tramo contaminado se observan muchas cáscaras de naranja puesto que alado de este tramo de río se encuentra una bodega donde se guarda esta fruta.

## ANEXO V. Datos del INEC sobre condiciones sociales del Cantón Caluma.

### CENSO DE VIVIENDA

CANTÓN CALUMA TOTAL DE VIVIENDAS, OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES, PROMEDIO DE OCUPANTES Y DENSIDAD POBLACIONAL Censo 2001							
ÁREAS	TOTAL DE VIVIENDAS	VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES			POBLA- CIÓN TOTAL	EXTEN- SIÓN Km <sup>2</sup>	DENSI- DAD Hab / Km <sup>2</sup>
		NÚMERO	OCUPANTES	PROMEDIO			
<b>TOTAL CANTÓN</b>	3.234	2.571	11.066	4,3	11.074	175,0	63,3
ÁREA URBANA	1.282	1.088	4.527	4,2	4.535		
ÁREA RURAL	1.952	1.483	6.539	4,4	6.539		

VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS, POR TIPO DE VIVIENDA, SEGÚN PARROQUIAS									
PARROQUIAS	TOTAL VIVIENDAS	TIPO DE VIVIENDA							
		CASA O VILLA	DEPARTA- MENTO	CUARTOS EN INQUIL.	MEDIA- GUA	RANCHO	COVACHA	CHOZA	OTRO
<b>TOTAL CANTÓN</b>	2.571	2.272	31	101	71	54	14	23	5
CALUMA (URBANO)	1.088	908	27	98	29	14	3	4	5
PERIFERIA	1.483	1.364	4	3	42	40	11	19	0

### VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS, SEGÚN SERVICIOS QUE DISPONE Y TIPO DE TENENCIA DE LA VIVIENDA

ABASTECIMIENTO DE AGUA		
<b>TOTAL</b>	<b>2.571</b>	<b>100,0</b>
RED PÚBLICA	1.302	50,6
POZO	104	4,0
RÍO O VERTIENTE	1.080	42,0
CARRO REPARTIDOR	18	0,7
OTRO	67	2,6

PRINCIPAL COMBUSTIBLE PARA COCINAR		
<b>TOTAL</b>	<b>2.571</b>	<b>100,0</b>
GAS	1.675	65,1
ELECTRICIDAD	4	0,2
GASOLINA	2	0,1
KÉREX O DIESEL	14	0,5
LEÑA O CARBÓN	854	33,2
OTRO	7	0,3
NO COCINA	15	0,6

ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS		
<b>TOTAL</b>	<b>2.571</b>	<b>100,0</b>
RED PÚBL. DE ALCANTARILLAD	1.043	40,6
POZO CIEGO	469	18,2
POZO SÉPTICO	311	12,1
OTRA FORMA	748	29,1

TIPO DE TENENCIA		
<b>TOTAL</b>	<b>2.571</b>	<b>100,0</b>
PROPIA	1.863	72,5
ARRENDADA	432	16,8
EN ANTICRESIS	9	0,4
GRATUITA	183	7,1
POR SERVICIOS	62	2,4
OTRO	22	0,9

Fuente: INEC, 2001. Canton Caluma:

[www.inec.gov.ec/c/document\\_library/get\\_file?folderId](http://www.inec.gov.ec/c/document_library/get_file?folderId)