



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**



**INFORME FINAL**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Evaluación del potencial reproductivo de la chumbimba *Vieja maculicauda* en cautiverio con fines de repoblamiento y producción comercial.  
Fase I de investigación.

**GUATEMALA, 2008**

## **PROYECTO**

### **Evaluación del potencial reproductivo de *La chumbimba Vieja maculicauda* en cautiverio con fines de repoblamiento y producción comercial. Fase I de investigación.**

#### **Integrantes del equipo de investigación**

##### **Coordinador**

ING. Gustavo Elías Ogáldez

##### **Investigador Principal**

Lic. Adrian Mauricio Castro López

##### **Auxiliar de investigación I**

T.A. Julio Fernando Garcia Vargas

##### **Auxiliar de campo**

Isaias Orellana Chiquel

##### **Colaboradores al Proyecto**

Ing. Pedro Julio García Chacón

Dr. Héctor Lisinio Torres Lone

Cinthya Roció Díaz Castillo

T.A. Carlos Humberto Ortiz Ruiz

T.A. Josué Rodolfo García Pérez.

T.A. Erick Gonzales Bolaños

Raúl Armando Milla Leal

##### **Fecha y año de la ejecución del proyecto**

Proyecto ejecutado de Febrero a Diciembre del año 2007

## Resumen de proyecto de investigación

La investigación se llevó a cabo en Izabalito, que es una aldea del municipio Los Amates, del departamento de Izabal, ubicada a 260km de la ciudad capital de Guatemala, cuyas coordenadas UTM son: N 1,706,625 E 15,210. En esta localidad se logró establecer un laboratorio experimental dentro de un terreno que pertenece al Dr. Héctor Torres, colaborador especial, quién adjudicó el derecho de su utilización al Centro de Estudios del Mar Y Acuicultura –CEMA– y a la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en donde se llevo a cabo la primera fase de investigación, que evaluó el potencial reproductivo de La chumbimba *Vieja maculicauda* en cautiverio.

La chumbimba es un cíclido nativo y endémico del lago de Izabal y de algunos cuerpos de agua en México y Centro América, conocida comúnmente como *mojarra de Río Dulce*, la cual es altamente demandada en el norte del país para fines gastronómicos y alimenticios, en la actualidad se encuentra en peligro latente de extinción.

Lo pobladores locales llevan a cabo diversas actividades entre las cuales se puede mencionar la pesca artesanal, la cual ha provocado la extracción excesiva de determinadas especies, como por ejemplo La Chumbimba *Vieja maculicauda*, que es un pez nativo y endémico de la costa atlántica de Guatemala, México y Centro América, altamente demandado por los consumidores locales y no locales, lo que produjo que en los últimos tiempos esta especie haya disminuido en número y en talla de captura.

Lo que es aún más lamentable es la indebida utilización de artes de pesca, no autorizados por la Unidad de Manejo de la pesca y Acuicultura –UNIPESCA– (responsable de controlar y velar por el buen manejo de los recursos hidrobiológicos). A esto se le debe sumar las acciones ilegales llevadas a cabo por cuadrillas de pescadores organizados, que día a día acaban con la fauna acuática, realizando faenas de pesca denominadas de “arrastre”, utilizando redes de más de 1,500 metros de largo, capturando indiscriminadamente las distintas especies que habitan el lago.

Durante el proyecto se estableció que es factible la reproducción de *Vieja maculicaduda* en condiciones de cautiverio, que las mayores repoblaciones de chumbimba se encuentran en la parte oeste del lago de Izabal, influenciando por la desembocadura del río Polochic, y que es una especie territorial dócil, sin canibalismo y que acepta alimentos suplementarios.

La duración del proyecto fue de once meses, de febrero a diciembre del año 2,007, dicho proyecto incluyó la participación de un equipo multidisciplinario, entre los cuales se pueden mencionar un licenciado y técnico en Acuicultura así como personal de campo. La unidad académica que en este caso es el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura también aportó la intervención de personal profesional altamente calificado.

## INDICE GENERAL

<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Pg.</b>
	RESUMEN DE PROYECTO DE INVESTIGACION	
1	Introducción	1
2	Antecedentes	2
3	Justificación del estudio	3
4	Objetivos	4
	Generales	4
	Específicos	4
5	Referente Teórico	5
	5.1 Descripción de la familia <i>Cichlidae</i>	5
6	Selección de las especies para el cultivo en cautiverio	9
	6.1. Reproducción en cautiverio	9
	6.2. Madurez sexual	9
	6.3. Razas domesticadas	10
	6.4. Disponibilidad de Siembra	10
	6.5. Tasa de crecimiento/tamaño	10
	6.6. Tolerancia al manejo	10
	6.7. Tolerancia a la calidad de agua	10
	6.8. Resistencia a enfermedades	10
	6.9. Tolerancia al estrés	10
7	Parámetros Físico – Químicos	11
	7.1. Temperatura	11
	7.2. Oxígeno	11
	7.3. Potencial Hidrogeno (pH)	11
	7.4. Dureza	11
	7.5. Fosforo	12
	7.6. Nitrógeno	12
8	Metodología	13
	8.1. Ubicación geográfica	13
	8.2. Esquema metodológico	15
	8.3. Primera etapa	16
	8.3.1. Taller de socialización del proyecto	16
	8.4. Segunda etapa	17
	8.4.1. Construcción de infraestructura	17
	8.4.2. Características de los estanques	18
	8.4.3. Conducción de agua	18
	8.4.4. Descarga del agua	19
	8.5. Tercera etapa	20
	8.5.1. Captura	20
	8.5.2. Transporte	20
	8.5.3. Siembra	21
	8.6. Cuarta etapa	22
	8.6.1. Cuidados técnicos en la calidad de agua	23
	8.6.2. Muestreos	24
	8.6.3. Alimentación	24
	8.6.4 Muestreos de profilaxis	24
	8.7. Quinta etapa	25
9	Resultados y discusión de resultados	26



9.1	En relación al objetivo 1	26
9.1.1.	Discusión de resultados en relación objetivo 1	27
9.2.	En relación al objetivo 2	27
9.2.1.	Discusión de resultados en relación objetivo 2	29
9.3.	En relación al objetivo 3	29
9.3.1.	Discusión de resultados previos para evaluar el comportamiento	32
9.3.2.	Discusión de resultados de muestreo en relación al objetivo 3	37
9.3.3.	Resultado de comportamiento en cautiverio.	38
9.3.4.	Discusión de resultados del comportamiento del objetivo 3	39
9.3.4.1.	Primera fase	39
9.3.4.2.	Segunda fase	40
9.3.5.	Resultados de muestreos de calidad de agua	41
9.3.6.	Discusión de resultados calidad de agua relación objetivo 3	52
9.4.	En relación al objetivo 4	54
9.4.1.	Discusión de resultados de apareamiento y reproducción	56
10	Conclusiones	66
11	Recomendaciones	67
12	Bibliografía	68

## INDICE DE CUADROS

No.	Cuadro	Pg.
1	Variables e Indicadores analizados en el comportamiento de la <i>Vieja maculicauda</i> .	23
2	Geo-posicionamiento de puntos de captura de Chumbimba <i>Vieja maculicauda</i> en el lago de Izabal.	26
3	Talla y peso de <i>Vieja maculicauda</i> al momento de la captura machos y hembras	31
4	Media de peso de machos y hembras	32
5	Media de talla de machos y hembras	32
6	Resultados del comportamiento de <i>Vieja maculicauda</i> en cautiverio	34
7	Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007. Estanque No 1.	36
8	Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007. Estanque No 2.	38
9	Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007. Estanque No 3	40
10	Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007. Estanque No 4.	42
11	Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007. En el Río San José	44
12	Muestreo de talla de alevines de <i>Vieja maculicauda</i>	50
13	Media aritmética de cada muestreo	51
14	Muestreo de peso de alevines de <i>Vieja maculicauda</i>	52
15	Media Aritmética de cada muestreo en cuanto a peso	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Pg.</b>
1.	<i>Vieja maculicauda</i>	5
2.	Ubicación de la Aldea Izabal Municipio de Los Amates Izabal.	13
3.	Mapa de ubicación del Proyecto Chumbimba.	14
4.	Actividad con pescadores y personas de la comunidad para hacer publico el inicio del proyecto.	16
5.	Construcción de área de laboratorio experimental	17
6.	Finalización del área de laboratorio experimental.	17
7.	Estanque de acondicionamiento sin presencia de puntos muertos.	18
8.	Extracción del agua del rio San José.	18
9.	Sistema de conducción agua hacia los estanques.	19
10.	Desfogue de estanques	19
11.	Captura de reproductores	20
12.	Transporte de reproductores.	21
13.	Siembra de reproductores	21
14.	Etapas de manejo del cultivo de <i>Vieja maculicauda</i>	22
15.	Presencia de hongos en reproductores	24
16.	Puntos de captura de <i>Vieja maculicauda</i>	26
17.	Ubicación de puntos de captura de Chumbimba <i>Vieja maculicauda</i>	27
18.	Mapa de localización del proyecto.	28
19.	Mapa de localización de poblaciones de Chumbimba.	28
20.	Media de peso de macho y hembra	32
21.	Media de talla de machos y hembras	32
22.	Parámetros de oxígeno disuelto para estanque No. 1	36
23.	Parámetros de temperatura para estanque No. 1	36
24.	Parámetros de conductividad para estanque No. 1	37
25.	Parámetro de porcentaje de oxígeno para estanque No. 1	37
26.	Parámetros de Oxígeno Disuelto para Estanque No.2	38
27.	Parámetros de temperatura para estanque No. 2	38
28.	Parámetros de Conductividad para Estanque No. 2	39
29.	Parámetros de porcentaje de oxígeno para estanque No. 2	39
30.	Parámetros de oxígeno disuelto para estanque No. 3.	40
31.	Parámetros de temperatura para estanque No. 3	40
32.	Parámetros de conductividad para estanque No. 3.	41
33.	Parámetros de porcentaje de oxígeno para estanque No. 3.	41
34.	Parámetros de oxígeno disuelto para estanque No. 4.	42
35.	Parámetros de temperatura para estanque No. 4.	42
36.	Parámetros de conductividad para estanque No. 4	43
37.	Parámetros de porcentaje de oxígeno para estanque No. 4.	43
38.	Parámetro de oxígeno disuelto en el Río San José	44
39.	Parámetro de temperatura en el Río San José.	44
40.	Parámetro de Conductividad en el Río San José.	45
41.	Parámetro de porcentaje de oxígeno en el Río San José	45
42.	Alevines de <i>Vieja maculicauda</i>	49
43.	Alevines de <i>Vieja maculicauda</i>	49
44.	Alevines de <i>Vieja maculicauda</i>	49
45.	Crecimiento de los alevines de los 10 a los 38 días.	51
46.	Crecimiento de alevines de los 10 a los 38 días	53

## INDICE DE ANEXOS

No.	Actividad
1.	Alevines de <i>Vieja maculicauda</i> obtenidos en laboratorio
2.	Alevines de <i>Vieja maculicauda</i> dentro del recinto
3.	Reproductores de <i>Vieja maculicauda</i> en cautiverio
4.	Reproductores de <i>Vieja maculicauda</i> en cautiverio
5.	Actividades de pesca dentro del Lago de Izabal
6.	Trasporte de <i>Vieja maculicauda</i> post- captura
7.	<i>Vieja maculicauda</i> sometidos a la pesca descontrolada.
8.	Pesca dentro del lago de Izabal.
9.	Diseción de <i>Vieja maculicauda</i> para determinar estadio gonadal
10.	Diseción de <i>Vieja maculicauda</i> para determinar estadio gonadal
11.	Diseño del laboratorio experimental
12.	Construcción de laboratorio de <i>Vieja maculicauda</i>
13.	Etapas de acabados de laboratorio experimental.
14.	Fase de construcción de laboratorio <i>Vieja maculicauda</i> .
15.	Unidad de producción en construcción
16.	Laboratorio experimental de <i>Vieja maculicauda</i> .
17.	Laboratorio de <i>Vieja maculicauda</i> en funcionamiento
18.	Fase de instalación del sistema de bombeo de laboratorio.
19.	Instalación de bomba hidráulica
20.	Trasporte acuático utilizado en la investigación
21.	Aporte de navegación del proyecto <i>Vieja maculicauda</i>
22.	Reproductor <i>Vieja maculicauda</i> enfermo por <i>Saprolegnia</i> .
23.	Reproductor <i>Vieja maculicauda</i> enfermo por <i>Saprolegnia</i>
24.	Presencia de <i>Saprolegnia</i> en la piel de <i>Vieja maculicauda</i>
25.	Presencia de <i>Saprolegnia</i> en la piel de <i>Vieja maculicauda</i>
26.	Instalación del sistema de desfogue de laboratorio
27.	Sistema de conducción de agua hacia laboratorio
28.	Reproductores de <i>Vieja maculicauda</i>
29.	Reproductores de <i>Vieja maculicauda</i>
30.	Visita de catedráticos de la Universidad de Cádiz, España
31.	Multiparamétrico de calidad del agua
32.	Comportamiento agresivo hacia las otras chumbimbas con presencia de franjas negras en la parte superior de la cabeza
33.	Características distintivas de apareamiento

## 1. Introducción.

*Vieja maculicauda*, conocida como chumbimba es un pez de la familia de los *Cichlidae*, especie nativa y endémica regional de Guatemala a Panamá, se encuentra ampliamente distribuida en el litoral de México, Belice, Guatemala y Honduras. En Guatemala se presenta en el lago de Izabal y río Sarstún, esta especie fue reportada en el río Zarquito, entrada del río Oscuro, el Estor y en la desembocadura del río Polochic. Especies candidatas para la acuicultura en Belice y Guatemala por sus hábitos alimenticios y tamaño, también es muy popular para los acuaristas que poseen ciclidos grandes en sus peceras.

La investigación se llevo a cabo en la aldea Izabalito, del Municipio de Los Amates, departamento de Izabal, de febrero a diciembre del 2008.

La investigación pretende establecer el potencial reproductivo de la chumbimba *Vieja maculicauda*, y de esta forma contribuir a la preservación de la especie, con la finalidad de re-poblar el Lago de Izabal y de iniciar actividades de comercialización de dicha especie.

Una vez se logró ubicar los puntos de mayor explotación de la especie (geoposicionamiento), se ubicaron en el mapa de la región. Posteriormente se procedió al diseño y construcción del laboratorio que albergaría a los organismos estudiados. Es importante mencionar que la infraestructura de laboratorio contemplo las necesidades del comportamiento biológico de la chumbimba *Vieja maculicauda*, para que esta pudiera desarrollarse en un ambiente similar al de su hábitat natural.

Los organismos colectados se trasladaron al laboratorio, para iniciar el estudio de la adaptación y reproducción dentro de un sistema controlado. Esta actividad se realizó con el apoyo de los pescadores artesanales, quienes conjuntamente con el equipo del proyecto seleccionaron organismos con un peso promedio, de 150 g. para las hembras y 200 g. para los machos.

Las variables analizadas en el comportamiento reproductivo fueron: agresividad, actividad, ubicación dentro del recinto, tipo de apareamiento y número de alevines.

## 2. Antecedentes

En Guatemala, el cultivo de cíclidos nativos no ha sido objeto de estudios profundos debido posiblemente por el bajo conocimiento de la biología de las especies y por tendencia, preferencia y comodidad de toda la información de especies foráneas como la tilapia *Oreochromis sp.* en el desarrollo de la piscicultura, ya que esta presenta características adecuadas bajo diversos sistemas de cultivo.

Existen ensayos realizados con *Vieja maculicauda*, se menciona el del Lic. Fernando Rosales (2006, comunicación personal), quien experimentó en estanques de la estación Piscícola de San Jerónimo, Baja Verapaz. En este proyecto, la chumbimba llegó a reproducirse en cautiverio. Desafortunadamente no se publicó los resultados del experimento y según información brindada por personal de la estación no hubo continuidad de la investigación.

Andrade (2001), en su tesis estudio de la biología y pesquería de la Chumbimba *Cichlasoma maculicauda* en el parque nacional de Río Dulce, generó importantes resultados tales como la aceptación y voracidad de consumo de alimento balanceado, también concluyó que presentó una conversión alimenticia relativamente baja, poca mortalidad y alcanza una talla comercial (aprox.200 g) en corto plazo. Los costos de producción obtenidos en este ensayo son altos, por lo que el cultivo bajo estas condiciones, no es rentable.

Otra información generada es que la especie alcanza su madurez sexual antes de alcanzar una talla comercial aceptable y que presenta un buen mercado en los puntos de venta del área. Cabe mencionar que tiene una gran demanda por la población del lugar y es vendida en restaurantes de toda el área de Izabal.

### 3. Justificación del estudio

Este aporte investigativo se estableció como respuesta a la solicitud presentada por los pobladores de la aldea Izabal del departamento de Izabal. Dicha comunidad tiene dentro de sus principales actividades la pesca en el lago de Izabal, motivo por el cual se hizo necesario establecer mecanismos de vinculación, con la finalidad de conocer el potencial reproductivo de la *Vieja maculicauda*.

Los beneficiarios directos fueron los usuarios del recurso, así como también sus familias. Mientras que los beneficiarios indirectos fueron los administradores del recurso Chumbimba *Vieja maculicauda* quienes pueden utilizar los datos obtenidos en esta investigación para la administración de otros cuerpos de agua, quienes podrán tomar decisiones en base a evidencias científicas importantes en la gestión de los recursos hidrobiológicos.

La piscicultura de agua dulce aún es una actividad económica poco desarrollada en Guatemala, a pesar de los esfuerzos que han realizado diferentes proyectos de la FAO, Cooperación Italiana y Agencia Interamericana de Desarrollo -AID-, el Ministerio de Agricultura entre otros, no se han producido los frutos previstos. Entre los factores que influyeron y continúan influyendo en la poca aceptación de la actividad acuícola se pueden mencionar: a) El aspecto cultural (falta de consumo de productos acuáticos), b) Introducción de paquetes tecnológicos sin consenso y con componentes externos, y c) Falta de seguimiento por parte de las instituciones.

Ante la coyuntura de la crisis económica que se vive en el campo es necesario continuar generando proyectos que no solo vengan a satisfacer dicha crisis, sino que al mismo tiempo contribuyan a mejorar la maltrecha situación nutricional de muchos guatemaltecos.

## 4. Objetivos

### General

Generar información sobre el comportamiento reproductivo de chumbimba *Vieja maculicauda*, en condiciones de cautiverio, como una alternativa de conservación de la especie y con fines productivos en el lago de Izabal.

### Específicos:

- a. Ubicar y geoposicionar las poblaciones de chumbimba en base a el conocimiento natural de los pescadores del área.
- b. Generar un conjunto de mapas que determinen la presencia de poblaciones de chumbimba.
- c. Evaluar el comportamiento general e individual de la chumbimba en condiciones de cautiverio.
- d. Evaluar el comportamiento reproductivo en cautiverio



## 5. Referente teórico

### 5.1. Descripción de la familia Cichlidae

El informe presentado por la UNESCO y la Universidad de Valle de Guatemala genero información sobre la ictiofauna del refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic y la cuenca del lago de Izabal la cual se describe a continuación:

*Vieja maculicauda*

**Nombre Común:** Blackbelt cichlid, boca colorada, machaca, maculicauda, palometa, pis pis, vieja, getupfter buntbarsch, schwarzgürtelbuntbarsch (Froese y Pauly 2004). **Chombimba** (Wer *et al.* 2003).



**Figura No. 1.** *Vieja maculicauda*.

**Descriptor:** *Cichlasoma maculicauda*. Regan, C. T. 1905. Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 7, 16: 227.

**Sinónimos:** *Theraps maculicauda*, *Cichlasoma maculicauda*, *Cichlasoma maculicaudum*, *Cichlasoma globosum*, *C. manana*, *C. nigratum*, *Vieja panamensis* (Froese y Pauly 2004).

**Distribución:** Desde el río Chagres en Panamá hasta Belice (Greenfield y Thomerson 1997). En Guatemala se presenta en el lago de Izabal y río Sarstún (Froese y Pauly 2004). Esta especie fue reportada en el río Zarquito, entrada del río Oscuro, el Estor, desembocadura del río Sauce, a 0.5 y a 1 Km de la desembocadura del río Sauce, río Sauce, río Coq' Ha, el Paraíso, río Túnico, oeste de Sumache, río Sumache, río Pedernales, playa del castillo de San Felipe, Hotel Perico, casa Schippers, sitio 8, Baldizán, río San Marcos, río Amatillo, río los Espinos, Barco Hundido, río Machacas y pescadores de la región IV en el lago de Izabal (Wer *et al.* 2003). Esta especie fue

reportada para los siguientes sitios, hotel Carilinda, río Banco, Denny's Beach, Playa Dorada, playa aldea Izabal, río Oscuro, punta Chapín, río Chapín, Hotel Ecológico, playa finca El Paraíso, playa Backpacker's, rancho pescadores, La Palizada, Bocas 7, sitio 10, sitio 11, Cayo Padre y Punta Comercio.

*Tamaño:* El individuo más grande colectado por Greenfield y Thomerson (1,997), tuvo una longitud estándar de 19.0 cm, pero en la literatura se ha reportado que en Panamá se ha dado una longitud estándar de hasta 25.0 cm. Un macho viejo del Shedd Aquarium, en Chicago aparentemente posee el doble de ésta última medida (Greenfield y Thomerson 1997). Los peces de esta especie provenientes del proyecto (Wer *et al.* 2003) en el lago de Izabal, Guatemala fueron medidos, reportándose un rango de tamaño de longitud estándar de 3.2 cm-9.0 cm (Wer *et al.* 2003). El individuo más grande ingresado en la colección de referencia de peces de la Universidad del Valle de Guatemala para el lago de Izabal, presentó una longitud estándar de 5.0 cm y una longitud total de los 6.2 cm. Los individuos colectados para este estudio presentaron longitudes totales entre 4.3 y 24.2 cm.

*Coloración:* Este es un pez gris con márgenes gris oscuro a negro. Los peces maduros poseen un color pálido azulado sobre el cuerpo y poseen un color rojo sobre la garganta, opérculo inferior y el inferior del cuerpo. El nombre en inglés de "cíclido de cinturón azul" se refiere a un cinturón negro que circula el cuerpo y se extiende hasta la aleta dorsal con espinas. Los juveniles muestran más cinturones pero menos distintivos. El epíteto específico de esta especie, *maculicauda*, se refiere a una mancha rectangular negra que posee sobre el pedúnculo caudal y orientado paralelamente a su eje (Greenfield y Thomerson 1997).

*Alimentación:* Es una especie oportunista cuando se refiere a su alimentación. Principalmente es vegetariana, come material vegetal, flores, detritus, insectos, caracoles, y ocasionalmente peces de menor tamaño (Greenfield y Thomerson 1997). En este estudio se determinó que los peces juveniles se alimentaron principalmente de materia vegetal (algas verdes, pardas y plantas vasculares) y algunos insectos y gastrópodos (estos últimos en menores cantidades que peces grandes). Mientras que los peces adultos, o mayores de 13 cms, se alimentaron de materia vegetal, ésta incluye *Hydrilla verticillata*, y gastrópodos.

*Ecología:* En Panamá se ha reportado en aguas salobres, mientras que en Belice, se ha observado en ríos claros y de agua dulce. Los machos seleccionan un territorio de 1 a 2 m donde contienen uno o más sitios para nidos. Las hembras que entran en este territorio son cortejadas por el macho. El apareamiento y crianza ocurre todo el año pero se disminuye en la época seca temprana (marzo-abril). En estudios se encontró que las hembras y los machos protegen a los juveniles recién nacidos y que los machos más grandes al fecundar los huevos producen juveniles que crecen más rápido. Esto se sugiere puesto que los machos más grandes son los que se aparean con hembras más grandes, y porque los machos más grandes proveen a los juveniles un territorio mayor donde encuentran más alimento y puedan migrar a secciones más bajas de los ríos donde las corrientes son menores. Tiende a estar en fondos lodosos o arenosos entre árboles y troncos sumergidos para su protección. Tolerancia a aguas salobres y marinas (Froese y Pauly 2004). En el lago de Izabal, en los meses de abril, marzo y

septiembre fueron encontrados alevines, nidos y apareamientos de esta especie, esto en sitios con presencia de *Hydrilla verticillata*. Para el mes de abril y septiembre se reportaron también juveniles de esta especie en sitios con *Hydrilla verticillata*. Ahora bien, en sitios con ausencia de *Hydrilla verticillata*, en el mes de marzo y septiembre, se reportaron juveniles, alevines, nidos y apareamiento de esta especie. Esta especie se encontró distribuida en sitios con y sin *Hydrilla verticillata* ubicados en el lago de Izabal (Wer *et al.* 2003). En el lago de Izabal fue reportada para sitios en ríos y dentro del lago.

*Importancia:* Es una de las especies candidatas para la acuicultura en Belice por sus hábitos alimenticios y tamaño, entre otros. También es muy popular para los acuaristas que poseen cíclidos grandes en sus peceras (Greenfield y Thomerson 1997).

*Estatus en Guatemala:* Especie nativa y endémica regional de Guatemala a Panamá (Froese y Pauly 2004).

*Descripción de la Familia Cichlidae:* Son peces pequeños o de tamaño regular, aunque *Cichla ocellaris* de Suramérica sobrepasa los 500 milímetros. En Centroamérica se conocen con el nombre común de mojaras guapotes dándoles nombres comunes dependiendo del área. Las mojaras poseen patrones de comportamiento complicados y frecuentemente se encuentra parejas cuidando un cardume de cientos de crías diminutas (Bussing 1,987) Según (Villa 1982) se reconocen de los demás peces nicaragüenses por tener la línea lateral interrumpida y una sola fosa nasal. El cuerpo alto, comprimido y discoidal (circular) dio a la Familia el nombre de Cichlidae.

Los cíclidos son peces de fondo, de pozas y de las orillas de los ríos o lagunas, donde viven cerca de las piedras y maleza. La mayoría de las mojaras costarricenses se adaptan tanto al ambiente lacustre como al ambiente de ríos, sola una especie nacional *Cichlasoma maculicauda* habita comúnmente las aguas salobres cerca del mar. No son de altura y la mayor diversidad de cíclidos se encuentra debajo de los 100 msnm. Lo cíclidos son ovíparos y generalmente depositan sus huevos adhesivos en rocas o troncos debidamente limpiados por los padres. Ambos padres participan en los cuidados de los huevos, crías y juveniles. Morfológicamente los sexos se parecen mucho, pero en la época reproductiva se diferencian mas por su coloración, tamaño o en la forma de las aletas. Todas las especies son bastante voraces.

*Características Morfológicas:* Cuerpo alto, generalmente comprimido, a veces algo grueso y alargado, moderadamente reducido, con escamas cicloides grandes, línea lateral interrumpida, terminando generalmente a la altura del final de la base de la aleta dorsal y continuándose más abajo llegando hasta la base de la caudal (en algunos casos se continúa en la caudal); boca terminal o subterminal, con dientes variados, ausentes en los palatinos o el vómer; premaxilas protractiles; maxila terminando bajo el preorbital; vejiga gaseosa presente; aberturas nasales simples, una a cada lado de la cara, cuatro arcos branquiales sin pseudobranquias; membranas branquiales separadas, pero frecuentemente unidas, una aleta dorsal, larga, anteriormente espinosa, posteriormente radiada, anal con tres o más espinas y radios más numerosos (Bussing 1,987)

La familia Cichlidae es muy abundante en especies distribuidas en África Tropical y América. En la mayoría de las especies cuya reproducción se ha descrito, los padres, o al menos uno de ellos, cuidan de los huevos y las crías. Los huevos son puestos entre las rocas o la vegetación acuática, y los padres se turnan protegiéndolos contra otros peces. Además los “abanican” a fin de asegurar la oxigenación de los mismos y se comen los que se han muerto para que la putrefacción no se extienda arruinando el resto. El cuidado se extiende durante la incubación y los días más críticos son después del nacimiento de las larvas. Los recién nacidos, aún con saco vitelino, también son protegidos y nadan cerca de uno de sus padres, el cual puede adquirir una coloración muy distinta. En algunas especies el cuidado se hace dentro de la boca de los padres, por lo que estos no se alimentan durante una o dos semanas. (Villa 1,982).

*Caracteres Distintivos de Cichlasoma maculicauda:* El nombre maculicauda se refiere a la gran mancha negra presente en la base de la cola. Esta especie prefiere aguas profundas, ríos grandes y lagunas costeras, siendo capaz de tolerar agua salobre (Villa, 1,982).

Bussing (1,987), agrega que esta especie se distingue también por su cuerpo muy alto y el perfil de la frente curvo. La coloración general es pardo oscuro, a veces con matices cobrizos. Además de la mancha en el pedúnculo caudal, aparecen a veces cinco barras en los costados de los juveniles, la barra del centro ensanchada también se puede apreciar en algunos adultos. Las aletas son parduscas sólidas en adultos con pintas negras en jóvenes, en las crías la cola es transparente y contrasta con las otras aletas pardas.

## **6. Selección de las especies para el cultivo en cautiverio**

La convivencia de las especies de peces para la acuicultura y el cultivo en estanques dependen específicamente de muchos criterios entre los que están:

### **6.1. Reproducción en cautiverio**

Muchas acuiculturas importantes han sido desarrolladas utilizando alevines silvestres capturados, pero solo unas pocas especies son exclusivamente silvestre (Ing. Pedro García, comunicación personal, 2006). Todo cultivo acuícola nuevo, en una etapa inicial, depende de la abundancia de semilla natural en el cuerpo de agua. También indica que el éxito o fracaso de las investigaciones con especies aceptadas en el mercado ha dependido en gran parte, de la disposición natural de las especies a ser cultivadas.

Los alevines producidos en forma natural, generalmente no están disponibles en cantidades suficientes para soportar una significativa industria acuícola; Los alevines silvestres capturados, generalmente son más costosos que los alevines producidos en acuicultura y usualmente están disponibles por temporadas. El cultivo de especies por razones físicas y económicas, normalmente deben ser en el área general, donde los alevines silvestres son producidos; la domesticación y el mejoramiento genético no sería posible sin la reproducción por la acuicultura: Un posible criterio para el cultivo puede ser que la especie tenga tolerancia al confinamiento en altas densidades. Según (Coll 1,991), la decisión sobre las especies a cultivar depende de criterios biológicos, son los parámetros que determinan que una especie sea, en principio, óptima para el cultivo. Ahora bien, algunas especies que biológicamente ofrecen posibilidad de cultivo no son necesariamente las que se han estudiado y, por ello, uno de los primeros puntos a examinar cuando se requiere decidir sobre una especie a cultivar es la cantidad de publicaciones que existen. Los principales puntos de selección de especies son:

- Grado alcanzado en la tecnología de cultivo
- Interés económico y comercial (mercado)
- Especies nativas

Se considera que las especies más interesantes para un proyecto de acuicultura son aquellas utilizadas habitualmente para el consumo humano.

### **6.2. Madurez sexual, (edad/tamaño)**

Idealmente, las especies cultivadas alcanzarán su madurez sexual después de llegar a su tamaño de mercado. Las especies pequeñas de maduración temprana generalmente tienen más ventajas que las especies grandes con maduración tardía. Mientras más largo sea el período de maduración y mayor sea su tamaño al llegar a la madurez, mayor será el costo de alimentación, de espacio, de la mano de obra y de otros conceptos de manejo, sin embargo el crecimiento y la eficiencia del alimento son reducidos por el desarrollo sexual que incluye la maduración de la gónada.

### **6.3. Razas domesticadas**

Una raza domesticada que ha sido cultivada continuamente por varias generaciones producirá rendimientos mayores con menos problemas de manejo, que las mismas especies provenientes de variedades silvestres.

### **6.4. Disponibilidad de siembra**

La época de siembra puede influir en la selección de un sistema de producción acuícola, sin embargo, un sistema de producción también puede ser influenciado por la disponibilidad de semilla.

### **6.5. Tasa de crecimiento/tamaño**

Un pez cultivado debe crecer hasta un tamaño mínimo comercialmente aceptable, en un periodo de tiempo razonable. Los peces que alcanzan la madurez cuando tienen un gran tamaño, generalmente crecen más rápidamente que los peces pequeños. Las especies de aguas cálidas crecen, en muchos casos, a una tasa más rápida que lo de aguas templadas. Benítez et al (1,994), expone que el crecimiento en peso describe una curva de tipo sigmoideo, así en las etapas tempranas de la vida del pez, el incremento es muy lento, acelerándose después hasta desarrollar una velocidad máxima cuando el pez ha alcanzado el tercio de su peso máximo, en donde luego se produce una inflexión y el crecimiento se va haciendo cada vez más lento, con lo cual, el pez se acerca sintomáticamente a su peso máximo.

### **6.6. Tolerancia al manejo**

El pez debe ser relativamente tolerante a las prácticas esenciales de manejo, como lo son el transporte, la pesca de arrastre, el mantenerse en tanques y la clasificación.

### **6.7. Tolerancia a la calidad de agua**

Los cambios diurnos de pH, oxígeno disuelto, dióxido de carbono libre y otras características de la calidad del agua son normales en ambiente de cultivo, frecuentemente puede causar estrés, enfermedad, y muerte del pez. La abundancia de organismos naturales como alimento, la tasa de crecimiento del pez, la incidencia de enfermedades, la tasa de mortalidad y el rendimiento son factores de la producción afectados adversamente por la calidad del agua.

### **6.8. Resistencia a enfermedades**

Las consecuencias de las enfermedades que afectan a la acuicultura en jaulas es la disminución del crecimiento del pez, la supervivencia, la eficiencia en el consumo del alimento balanceado, el rendimiento, la reproducción y la utilidad económica.



## **6.9. Tolerancia al estrés**

Los peces de cultivo están sujetos a numerosos factores de estrés, temperaturas y de las variables de la pobre calidad del agua. Los peces de cultivo pueden ser estresados por su inhabilidad a escapar, por el confinamiento, por la luz, el sonido, el movimiento de personas sobre la jaula y otros factores. Por lo tanto una tolerancia general a todos estos factores es necesaria. Bardach (1,982), agrega que se ha demostrado que el crecimiento de algunas especies, depende de la densidad de población; sin embargo, se conoce muy poco sobre las adaptaciones de comportamiento de los peces en la aglomeración. Por ejemplo, el Bagre de Canal *Ictalurus punctatus*, que normalmente es muy apegado a su territorio cuando es silvestre, se le mantiene en estanques con muy altas densidades de población, su comportamiento con respecto al territorio cambia pero su apetito no sufre alteración. Otro efecto que a veces se observa debido a la aglomeración es el canibalismo, particularmente en las etapas tempranas de vida. Esto se puede solucionar aplicando grandes cantidades de alimento y refugio, pero algunos animales como el Lucio y la Langosta es imposible criarlos a altas densidades.

## **7. Parámetros físico -químicos**

### **7.1. Temperatura**

Influye directamente sobre las necesidades de oxígeno de los organismos acuáticos y afectan los procesos físico – químicos, biológicos y las concentraciones de otras variables (oxígeno, nitrógeno). A mayor temperatura, menor contenido de gases disueltos, mayor respiración ocasionando mayor consumo de oxígeno y descomposición de materia orgánica, incremento del fitoplancton y turbidez (Brugnoli, 1999).

### **7.2. Oxígeno**

El oxígeno disuelto es uno de los gases más importantes en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos. La difusión de este en un ecosistema acuático se lleva a cabo por medio de la circulación y movimiento del agua provocados por diferencia de densidad de las capas de agua o por los vientos (Roldán, 1992).

El contenido de oxígeno varía estacional y diariamente en relación con la actividad biológica, la temperatura, salinidad, altitud o turbulencia. La presencia de concentraciones en determinados rangos de oxígeno disuelto, denota buena calidad en las aguas y su ausencia indica sistemas anaeróbicos por contaminación o procesos biológicos (Brugnoli, 1999).

### **7.3. Potencial Hidrógeno (pH)**

Se define como la concentración de iones hidrógeno concentrados en el agua. Una alteración en el pH del medio acuático provoca grandes cambios con respecto a otros aspectos fisicoquímicos del agua, debido a que el ambiente químico para los organismos acuáticos está fuertemente influenciado por el pH (Wheaton, 1982).

#### **7.4. Dureza**

La dureza del agua está definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio menos de  $10\text{mg.l}^{-1}$  de calcio; aguas medianamente productivas las que poseen valores entre  $10$  y  $25\text{mg.l}^{-1}$  y aguas muy productivas las que poseen valores superiores a los  $25\text{mg.l}^{-1}$ . Las aguas con bajos valores de dureza se llaman también “aguas blandas” y biológicamente son poco productivas, por el contrario, aguas con altos valores de dureza se denominan “duras” y por lo regular son muy productivas (Roldán, 1992).

#### **7.5. Fósforo**

El fósforo es utilizado por los organismos para la transferencia de energía dentro de la célula, para algunos sistemas enzimáticos y para otras funciones celulares. Este se encuentra en varias formas en los sistemas acuáticos siendo los más importantes: fósforo inorgánico soluble, fósforo orgánico soluble y fósforo orgánico en partículas. Las reacciones químicas del fósforo son dependientes del pH por lo que se considera que la química del fósforo en los sistemas acuáticos es muy variable (Wheaton, 1982).

El fósforo es el elemento biogénico que juega el papel más importante en el metabolismo biológico, es el menos abundante y al mismo tiempo es el factor más limitante en la productividad primaria. La forma más importante es la de ortofosfato pues es la manera como las plantas acuáticas y el fitoplancton pueden absorberlo (Roldán, 1992).

#### **7.6. Nitrógeno**

El nitrógeno es un elemento necesario en la estructura de las proteínas, para realizar funciones como la fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, formación de genes y crecimiento (Wheaton, 1982).

Este se encuentra en varias formas en los cuerpos de agua siendo las más comunes el nitrato ( $\text{NO}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitrógeno como gas libre ( $\text{N}_2$ ) y en formas orgánicas como aminoácidos y proteínas. La conversión de una forma a otra ocurre por reacciones químicas pero generalmente son resultado de acciones biológicas (Wheaton, 1982).

De todas estas formas de nitrógeno, los nitratos y el ión amonio son los más importantes para los ecosistemas acuáticos, ya que constituyen la fuente principal para los organismos residentes en este medio (Roldán, 1992).

El nitrato es reducido a nitrito, en condiciones anaeróbicas y el nitrito puede ser oxidado a nitrato. Ambas especies, son incluidas para las determinaciones de calidad del agua para consumo humano y detección de impactos orgánicos o de origen industrial.



## 8. Metodología

La investigación se caracterizó por ser de tipo experimental, aplicada y participativa. Se realizó en condiciones de laboratorio el cual se implementó en una propiedad particular, cuyo propietario es el Dr. Héctor Torres (ubicada a 50 metros de la zona litoral del lago de Izabal y en desembocadura del Río San José). Esta primera fase, con duración de once meses consistió en geo-posicionar y describir los sitios de captura, así como también en evaluar el potencial reproductivo de *Vieja maculicauda* en cautiverio, para que en la segunda fase del proyecto se logre evaluar el comportamiento de dicha especie, variando las densidades de siembra con fines de re-poblamiento y producción comercial.

### 8.1. Ubicación geográfica

El área de estudio está localizada en la aldea Izabal, en el municipio de Los Amates, del departamento de Izabal en las coordenadas UTM N 1, 706, 625 E 15, 210. colindando al norte con el lago de Izabal, al este con Playa Dorada, al sur con Los Amates y al oeste con Bocas del río Polochic.

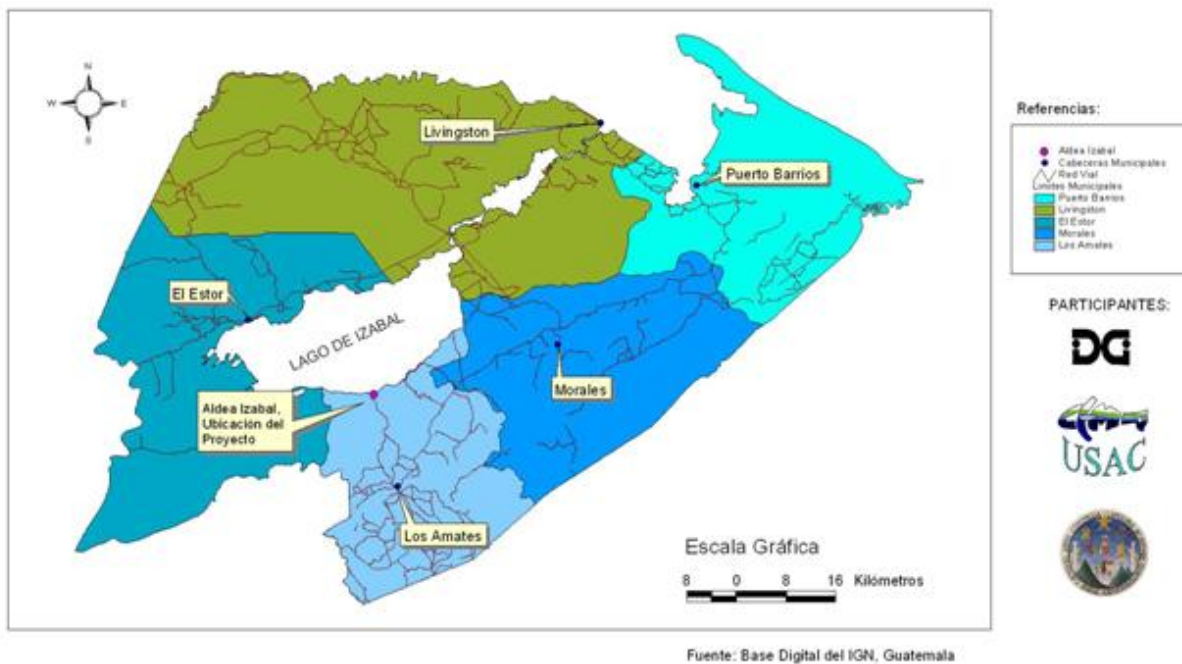


Figura 2. Ubicación de la aldea Izabal Municipio de Los Amates, Izabal.



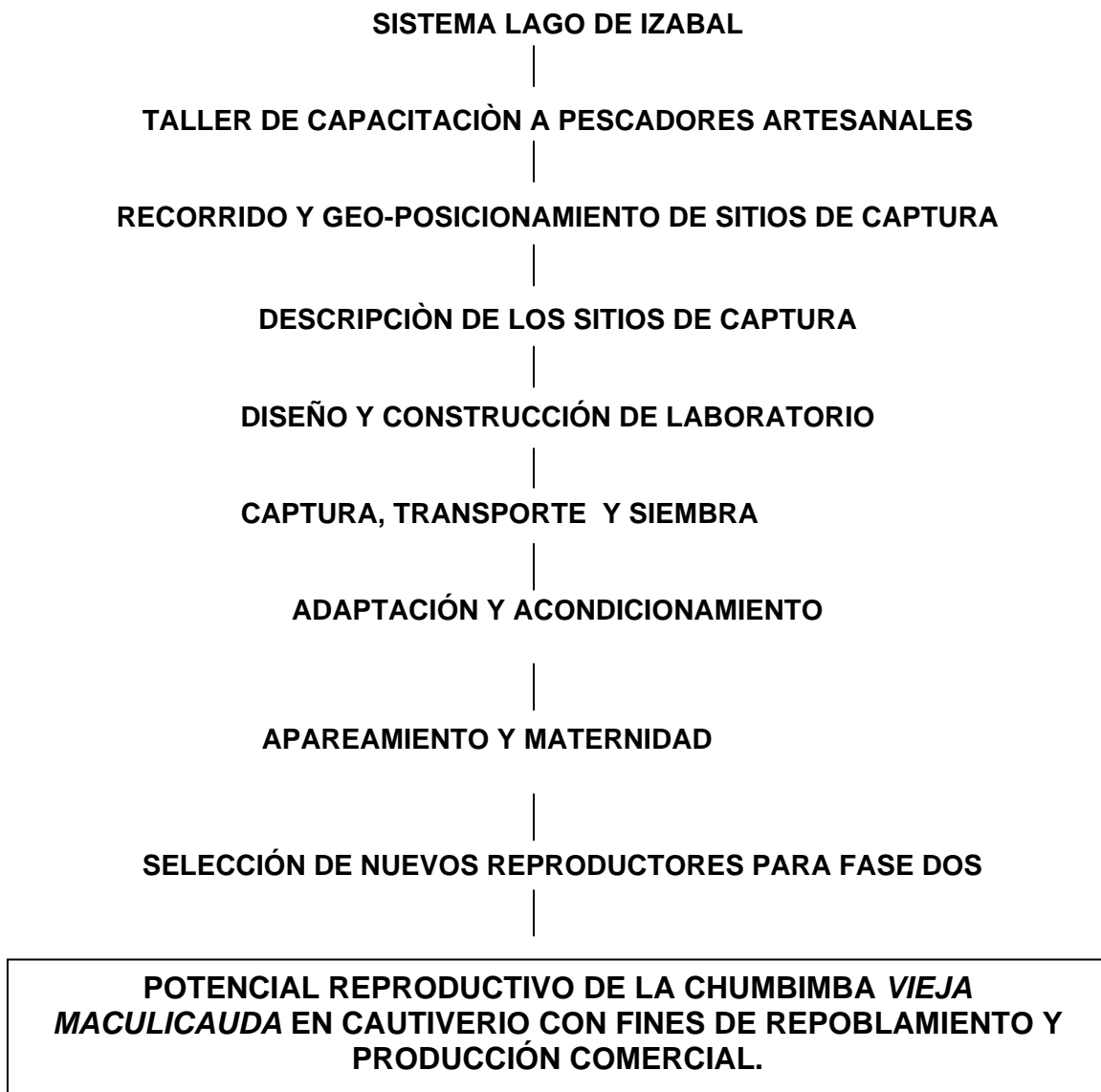
PARTICIPANTES:



Figura 3. Mapa de ubicación del Proyecto Chumbimba.

## **8.2. Esquema Metodológico**

Para localizar, geo-referenciar y evaluar el potencial reproductivo de la Chumbimba se procedió de la siguiente forma:



La investigación se dividió en 5 etapas, que se describen a continuación:

### **8.3. Primera etapa**

#### *8.3.1. Taller de socialización del proyecto*

Se realizó una actividad con pescadores del área, en la cual se explicaron las actividades del proyecto y los resultados esperados. Dentro de esta actividad se le dió importancia a la interacción de los pescadores con los integrantes del equipo técnico.

Como punto inicial del trabajo técnico se llevó a cabo una interpretación cartográfica, con comprobación de campo, mediante recorrido vía terrestre y acuático, en base a las apreciaciones de la población pesquera. Lo cual significa que este proyecto validó el conocimiento natural de los pobladores.

La descripción de los sitios de captura, basada en la información de los pescadores artesanales, permitió obtener información referente al hábitat y al nicho ecológico. Lo cual a su vez se convirtió en información que alimentó una base de datos y permitió la construcción de un mapa. En donde se localizaron poblaciones de *Vieja maculicauda* mediante un sistema de información geográfica.



**Figura No.4** Actividad con pescadores y personas de la comunidad para hacer público el inicio del proyecto.

## 8.4. Segunda etapa

### 8.4.1. Construcción de Infraestructura

Se implementó un laboratorio acuícola con tres sistemas de estanques. El primer estanque fue utilizado para adaptar Chumbimba hembra, el segundo para adaptar Chumbimba macho y el tercero fue utilizado como área de maternidad.



**Figura No. 5** Construcción de área de laboratorio experimental.



**Figura No. 6** Finalización del área de laboratorio experimental.



#### 8.4.2. Características de los estanques

Contaron con un sistema de desfogue móvil central de 3" de diámetro, estos estanques no incluyeron en su diseño áreas muertas, ya que la presencia de esquinas en los estanques puede causar acumulación de materia orgánica en descomposición causando una eutrofización más rápida del agua, lo que permitió una distribución continua y homogénea del agua.



**Figura No. 7** Estanque de acondicionamiento sin presencia de puntos muertos.

#### 8.4.3. Conducción de agua

El agua se obtuvo del río San José localizado en la parte posterior del terreno, utilizando tubos de PVC de tres pulgadas y 160 PSI. (blanco de agua potable) y una bomba de tres caballos de fuerza, con generador de energía (110 voltios) que utilizó combustible (gasolina). Este sistema de bombeo se instaló en la residencia ya mencionada y se protegió con una galera. La tubería fue conectada directamente al río. El motivo por el cual se utilizó esta bomba fue para poder hacer recambios totales en un día.



**Figura No. 8** Extracción del agua del río San José.



**Figura No. 9** Sistema de conducción agua hacia los estanques.

#### *8.4.4. Descarga del Agua*

La descarga de agua se realizó por medio de tubería de drenaje, también de tres pulgadas con capacidad de 120 *PSI*. El agua de los recambios se condujo a una siembra de árboles frutales y ornamentales, a una distancia de diez metros, para aprovechar el agua de manera integral, y reducir el impacto ambiental del proyecto.



**Figura No. 10** Desfogue de estanques

## 8.5. Tercera Etapa

### 8.5.1. Captura

De acuerdo a los pescadores del área, la chumbimba es un organismo que se reproduce al alcanzar media libra de peso (225g), por lo que basados en la experiencia empírica, se extrajeron organismos de peso promedio, hembras: 200g y machos: 250g. Se utilizó densidades bajas (3 org/m<sup>3</sup>) porque los peces provenían de un área silvestre y presentaron agresividad y territorialidad por las condiciones en cautiverio.

Esta actividad se realizó conjuntamente con pescadores locales de la siguiente forma: el personal a cargo se trasladó al sitio en una lancha de motor, y procedió a realizar las capturas, para lo cual utilizaron una nasa (arte de pesca que consiste en un rectángulo de malla entretejido, con una especie de embudo, dirigido hacia adentro en una de sus bases y cerrado con una tapadera en la otra, para poder vaciarlo). En este caso se utilizó luz de malla 1", para evitar la captura de organismos de tallas menores. – Este arte de pesca se instaló en áreas de influencia de chumbimba, según los resultados de la primera etapa. La nasa se colocó por un período no mayor de tres horas y después se procedió a extraer lo capturado, para después determinar manualmente el sexo del organismo.



**Figura No. 11** Captura de reproductores

### 8.5.2. Transporte

Tras determinar el sexo los organismos capturados, fueron depositados en baldes de plástico con agua, y se les suministró oxígeno durante el recorrido de regreso al laboratorio y de esta forma evitar que sufrieran de anorexia. La forma de aplicar el oxígeno se hizo por medio de un equipo especializado (cilindro, manómetro, manguera y piedra aire adora).





**Figura No. 12** Transporte de reproductores.

### 8.5.3. Siembra

Los organismos fueron depositados en los estanques, de acuerdo a su sexo. El agua de los estanques contó con las siguientes condiciones: superficie limpia y fertilizada (coloración verde jade). Además de esto se tomaron las precauciones necesarias para evitar el cambio de temperatura entre el agua del estanque y del recipiente utilizado en el traslado, pues el no aclimatar a los organismos pudo haberles ocasionado un *shock* térmico.

Esta fase tuvo una duración de quince días, para lograr una cantidad de organismos vivos adecuada, período durante el cual el manejo de los organismos representó la actividad más importante para evitar el stress, que pudiera causar enfermedades y generar mortandad.



**Figura No. 13** Siembra de reproductores.

### 8.6. Cuarta etapa

Esta etapa consistió en el manejo de cultivo, adaptación y acondicionamiento de reproductores silvestres, previo empezar la fase de apareamiento. Al tener los ejemplares tanto machos como hembras en su respectivo estanque se realizó el apareamiento y la evaluación de las variables de la reproducción.



**Figura No. 14** Etapa de manejo del cultivo de *Vieja maculicauda*.

**Cuadro No.1**

VARIABLES E INDICADORES ANALIZADOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA *VIEJA MACULICAUDA*.

Variable	Indicador
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poco activo</li> <li>▪ Muy activo</li> <li>▪ Normal</li> </ul>
Localización dentro del recinto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fondo,</li> <li>▪ Superficie</li> <li>▪ Sin localización fija</li> </ul>
Desplazamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oscilatorio,</li> <li>▪ Errático</li> <li>▪ Normal</li> </ul>
Agresividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No agresivo</li> <li>▪ Poco agresivo</li> <li>▪ Muy agresivo</li> </ul>
Modo de agresividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Persecución</li> <li>▪ Ataque</li> </ul>
Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anorexia,</li> <li>▪ Normal</li> <li>▪ Voracidad</li> </ul>
Canibalismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia</li> <li>▪ Ausencia</li> </ul>
Mortalidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ %</li> </ul>
Sobrevivencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ %</li> </ul>
Patología	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia</li> <li>▪ Ausencia de enfermedades</li> </ul>

### 8.6.1. Cuidados técnicos en la calidad de agua

En la acuicultura uno de los cuidados más importantes es la calidad de agua. Los dos estanques que se utilizaron en esta etapa fueron monitoreados diariamente; entre los parámetros a evaluar se puede mencionar los siguientes: físico-químicos como oxígeno, temperatura, pH, fósforo, dureza, nitrógeno (nitritos, nitratos y amonio) y turbidez, además de color y olor del agua, así como condiciones meteorológicas como por ejemplo días nublados, lluviosos y soleados. Se contó con boletas para el debido registro de datos.

### 8.6.2. Muestreos

Se realizaron cada quince días, para evitar el estrés de los organismos. Consistió en determinar peso y talla del 10% del total de los organismos en el estanque, lo que permitió obtener datos como biomasa, crecimiento y conversión alimenticia en períodos cortos. Se capturó al azar los organismos con un trasmallo y se pesó individualmente

con una balanza digital, luego se midió con un ictiómetro y se analizaron las condiciones externas de los peces (se describe en muestreos profilaxis), al terminar inmediatamente se regresó el pez al estanque.

### 8.6.3. Alimentación

Para la alimentación de los reproductores se utilizó alimento balanceado, elaborado para tilapia *Oreochromis nilotica*, por su disponibilidad y rendimientos en los cultivos de esta especie. La cantidad de alimento se calculó en base al peso de los organismos, utilizando proporciones ya establecidos para tilapia.

En esta fase se procedió a acondicionar los reproductores para que se encontraran en buenas condiciones al momento del apareamiento, desoves y fertilización.

### 8.6.4. Muestreos de profilaxis

El muestreo consistió en examinar el estado de salud de los peces quincenalmente al momento de determinar su talla y peso. Se examinaron las agallas y el cuerpo para establecer la presencia de hongos o bacterias que pudieran estar afectando a la población en general; manchas blancas, puntos negros, falta de mucosidad, agallas café, nado errático y anorexia, todos estos signos pueden ser indicadores de presencia de enfermedades.

Durante la realización de los muestreos se pudo observar que algunos ejemplares de *Vieja maculicauda* presentaban características de presencia *saprolegnia*, por lo que se optó por utilizar dosis de NaCl (sal común) en los estanques reduciendo el nivel del agua un 60% y aplicando una dosis de 30 g por litro de NaCl para poder erradicar la presencia de *saprolegnia* y no afectar a los organismos.



**Figura No. 15** Presencia de hongos en reproductores.

### **8.7. Quinta etapa**

Esta etapa se denominó apareamiento y maternidad. Luego de crear las condiciones de adaptabilidad y proveer buena alimentación con porcentajes altos de proteína, los machos y las hembras se trasladaron al estanque tres (maternidad), con la finalidad que de que estos se aparearan, para iniciar la fase de reproducción.

Para crear las condiciones de apareamiento se introdujo arena de río en los extremos de los estanques para asemejar un poco el medio natural de la especie. Previamente se colocan las esquinas de los estanques tratando de crear un ambiente en el cual puedan adaptarlos como madrigueras con la finalidad de adherir los huevos. Esta fase fué delicada, por lo que no se manipuló a los reproductores y tampoco se realizaron muestreos de talla y peso. Se mantuvo el control de la calidad de agua, así también se monitoreo constantemente cualquier cambio en el comportamiento y se evitó lo más posibles recambios de agua, para evitar que los huevos se perdieran en el desfogue.

## 9. Resultados y discusión de resultados

Los resultados de la presente investigación se abordan de acuerdo a los objetivos del proyecto. La metodología aplicada permitió recabar información en cuanto a una especie que se encuentra sobreexplotada en el lago de Izabal.

Producto del estudio se logró generar información sobre su reproducción en cautiverio, lo cual en el futuro podría traducirse en una alternativa de producción acuícola y en el re-poblamiento del lago de Izabal, lo cual disminuiría la presión hacia el recurso, y la generación de una alternativa comercial y alimentaria para las comunidades cercanas al proyecto.

### 9.1. En relación al objetivo 1

- Ubicar y geoposicionar las poblaciones de chumbimba en base al conocimiento natural de los pescadores del área.

#### Cuadro No. 2.

Geo-posicionamiento de puntos de captura de chumbimba *Vieja maculicauda* en el Lago de Izabal.

Puntos De Captura	Geo-posicionamiento	
	Unidades UTM Norte (m)	Unidades UTM Este (m)
Punto 1	257203	1606775
Punto 2	259796	1705372
Punto 3	264537	1705136
Punto 4	269838	1704212

Fuente: Elaboración propia.

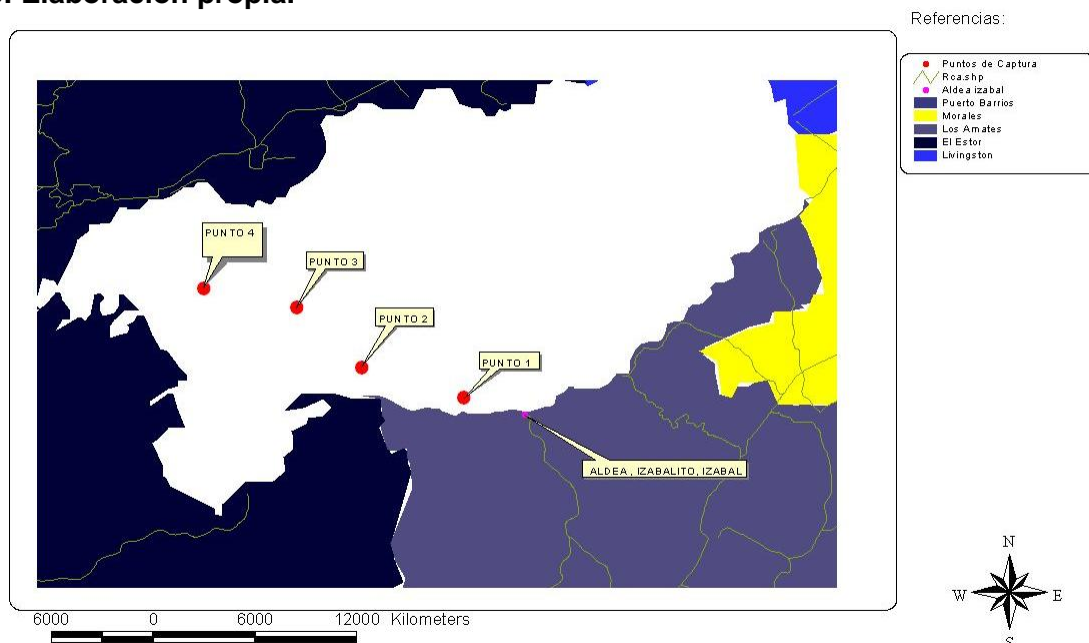


Figura No. 16 Puntos de Captura de *Vieja maculicauda*

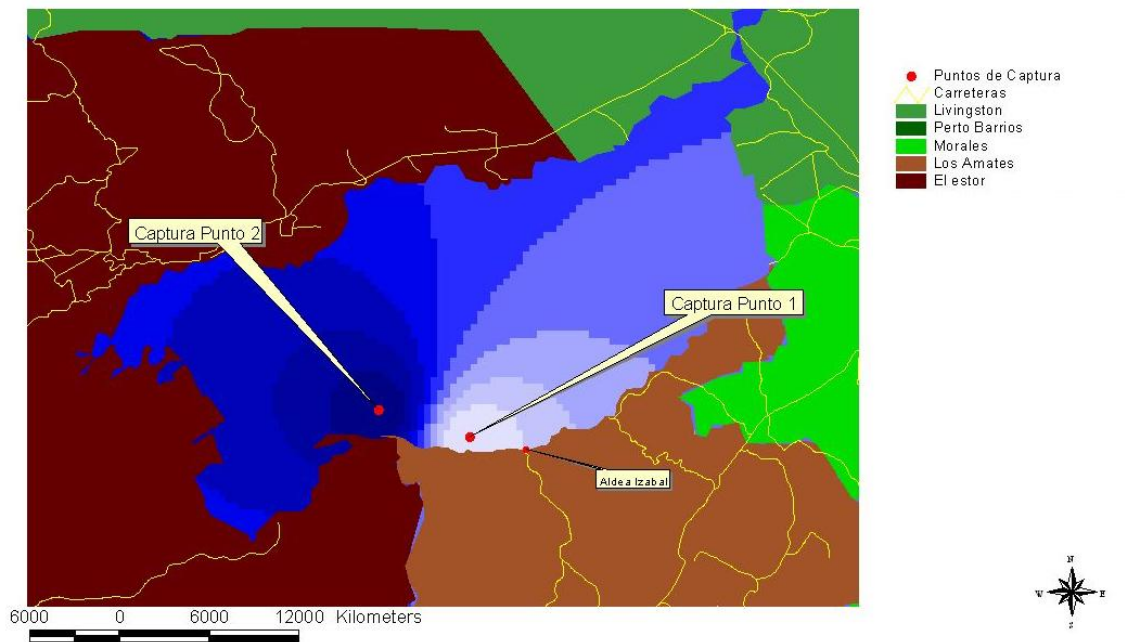


### 9.1.1. Discusión de Resultados en Relación al Objetivo 1

Se puede observar en el cuadro número dos, los principales puntos de captura cercanos al proyecto, ubicado en la comunidad de Izabalito, del municipio de los Amates del departamento de Izabal.

### 9.2. En relación al objetivo 2

- Generar un conjunto de mapas que determinen la presencia de poblaciones de chumbimba.

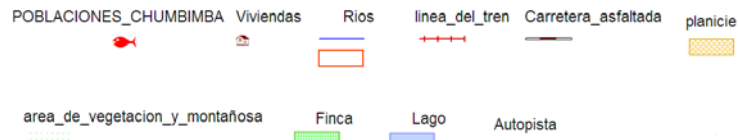


**Figura No. 17.** Ubicación de Puntos de Captura de Chumbimba *Vieja maculicauda*



Mapa elaborado por: Julio Fernando Garcia Vargas

Usac / DIGI / CEMA



**Figura No. 18.** Mapa de Localización del Proyecto.



MAPA ELABORADO POR: JULIO FERNANDO GARCIA VARGAS



**Figura No.19.** Mapa de localización de Poblaciones de Chumbimba.



### 9.2.1. *Discusión de resultados en relación al objetivo 2*

Se observa en la figura Número 17, el área de mayor captura, en la cual se compara la parte este y oeste del lago. Es en el lado oeste donde se localiza el punto dos, relacionado con el aporte del abanico fluvial del río Polochic, arrastra durante todo el año nutrientes, los cuales están en constante dinámica. Esto podría dar como resultado sitios de mayor concentración de organismos, los cuales podrían constituir la base de la alimentación de la chumbimba.

### **9.3. En relación al objetivo 3**

- Evaluar el comportamiento general e individual de la chumbimba en condiciones de cautiverio

#### 9.3.1. *Discusión de Resultados Previos para Evaluación de Comportamiento*

El acondicionamiento de los ejemplares de mojarra *Vieja maculicauda* inicio con un recorrido por el área, donde se desarrollaría el proyecto. Las instalaciones deberían ser diseñadas de tal manera que pudieran ofrecer las mejores condiciones para el adecuado desarrollo de la especie, esto nos llevo a realizar un diseño del laboratorio, como se observa en la figura figura No. 11A. Se dispuso construir seis estanques de 6 m<sup>3</sup> cada uno, cuatro de ellos para acondicionamiento de reproductores, de los cuales los estanques 1 y 3 fueron destinados para machos y los estanques 2 y 4 para hembras. Los otros dos estanques, el 5 y el 6 fueron construidos exclusivamente para reproducción y maternidad, cada uno con volumen de 12 m<sup>3</sup>. En la metodología del proyecto se explica minuciosamente cada una de las actividades que se realizaron previamente y durante la construcción del laboratorio.

Al finalizar la construcción y cada uno de los sistemas de agua, bombeo, desfogue y aireación figura No.17 A se procedió a la preparación de los recintos en cuanto a encalado, limpieza y llenado. Para que al momento de la captura nuestro sistema se encontrase listo, y así dar inicio a la investigación.

Como se puede observar en la figura No. 6 A, el manejo de la *Vieja maculicauda* en condiciones de cautiverio, inicia desde su captura en el medio natural, ya que la manipulación de esta es un factor determinante para el éxito de su acondicionamiento y para su posterior reproducción. En el proceso de manipulación los peces sufren estrés, así también durante el acondicionamiento en un medio controlado puede darse lo que se denomina estrés acumulado, que puede conducir hasta la muerte, por que los organismos quedan propensos a infectarse con parásitos, bacterias y hongos entre otros, ya que su sistema inmunológico disminuye considerablemente. Es importante mencionar que la manipulación de los organismos inicia desde la pesca, tal y como lo

muestra la figura No. 5 A, continuado con el traslado y finalizando con el muestreo por talla, sexo y peso, con el fin de poder determinar el estado de los organismos capturados y así poder establecer la distribución dentro de los estanques ya que este puede ser un factor influyente en el acondicionamiento de los mismos.

Una de las actividades fundamentales de la investigación fue la disección de hembras de *Vieja maculicauda*, que permitió determinar su estadio gonadal, tal y como lo muestra el figura No. 10 A. Como resultado de esta actividad se obtuvo certeza en la disponibilidad de reproductores hembras, con pronta capacidad reproductiva. Logrando determinar que el 80% de las hembras diseccionadas se encontraban en maduración leve, es decir en formación de óvulos. Situación ideal que permite acondicionarla en cautiverio y poderle suministrar alimento con un 40% de proteína, con el objeto de mejorar las condiciones de los ovocitos.

**Cuadro No. 3** Talla y peso de *Vieja maculicauda* al momento de la captura machos y hembras

No. Hembras	Peso/g.	Talla/cm.	No. Machos	Peso /g.	Talla/cm.
1	217.90	22.50	1	110.50	22.00
2	227.00	22.50	2	201.40	21.50
3	187.00	21.00	3	222.90	23.00
4	204.80	21.00	4	219 .00	21.50
5	201.60	21.00	5	211.1 0	21.50
6	191.60	21.00	6	195.8 0	21.00
7	252.50	23.30	7	206 .00	21.00
8	131.90	19.00	8	202.5 0	22.00
9	135.30	18.00	9	269.00	24.50
10	167.70	20.00	10	259.20	23.30
11	140.00	18.00	11	145.60	19.50
12	151.00	19.00	12	200.70	21.50
13	126.70	18.50	13	194.60	22.00
14	120.00	18.00	14	122.30	18.40
15	145.90	20.00	15	157.50	18.70
16	136.10	19.00	16	126.80	17.70
17	144.80	19.00	17	186.50	21.50
18	98.70	16.50	18	147.10	20.00
19	121.30	19.00	19	110.1 0	18.00
20	125.90	18.50	20	316.50	25.00
21	124.70	18.50	21	222.20	22.50
22	135.90	18.90			
23	121.90	18.70			
24	147.70	20.50			
25	137.70	19.40			
26	104.40	17.50			
27	139.90	19.00			
28	116.20	18.70			
29	197.20	21.00			
30	116.20	18.00			
31	107.40	17.60			
32	117.30	18.40			
33	108.60	17.00			
34	135.00	20.00			

**Cuadro No. 4.** Media de peso de machos y hembras.

	Hembras	Machos
Peso	148.17 g.	191.78 g.



**Figura No. 20.** Media de peso de macho y hembra

**Cuadro No. 5.** Media de talla de machos y hembras

	Hembras	Machos
Talla	19.35 cm.	21.24 cm.



**Figura No. 21.** Media de talla de machos y hembras

### 9.3.2. *Discusión de Resultados de Muestreo Talla, Peso y Sexo en Relación al Objetivo 3*

Como se menciona anteriormente el manejo adecuado de organismos silvestres es fundamental para el éxito de la investigación. El muestreo inicial, permitió conocer las condiciones de los organismos al principio de la evaluación. La captura de reproductores silvestres se llevó a cabo de forma aleatoria, únicamente se consideró que el peso estuviera dentro del rango de 150 gr. a 200 gr. por organismo.

El resultado del muestreo arrojó la información que presenta el cuadro No. 3. Se capturaron 34 hembras y 21 machos, con peso promedio de 148 gr. y 192 gr. respectivamente, con tallas de 19 cm. y de 21 cm..

Ya que el proceso de selección de organismos para determinar las variables de talla, peso y sexo se hizo de forma aleatoria, se concluye que en el medio natural dentro del lago de Izabal las poblaciones de *Vieja maculicauda*, el porcentaje de hembras es mayor que el de los machos (1.6 hembras/machos), siendo esto un dato esperanzador para el repoblamiento natural, pero poco confiable en el mediano plazo, si no se actúa responsablemente en el manejo sostenible de nuestro recurso.

**Cuadro No.6. Resultados del comportamiento de *Vieja maculicauda* en cautiverio.**

Variables	Resultados		
	Durante los primeros tres días de cautiverio en machos y hembras.	A partir del cuarto día de cautiverio en hembras.	A partir del cuarto día de cautiverio machos.
Actividad	Poco activo	Normal	Normal
Local. Dentro de Recinto	Fondo	Sin localización fija	Sin localización fija
Desplazamiento	Normal	Oscilatorio	Oscilatorio
Agresividad	Poco agresivos	Muy agresivo	Muy agresivo
Modo de agresividad	Ninguna	Persecución	Persecución
Alimentación	Anorexia	Normal	Normal
Canibalismo	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mortalidad	15%	0%	0%
Sobrevivencia	85%	100%	100%
Patología	Ausencia	Presencia	Presencia

### 9.3.3. *Discusión de resultados del comportamiento en cautiverio en relación al objetivo 3*

En la figura No. 27 A, se puede apreciar a los ejemplares reproductores, los cuales fueron acondicionados en áreas experimentales, y tuvieron una vigilancia constante, con el fin de poder observar el comportamiento que pudieran presentar al estar en un medio controlado, totalmente reducido en comparación a su medio natural.

Los resultados fueron divididos en dos fases, la primera fase se llevó a cabo durante los primeros tres días, por ser estos los de mayor riesgo, ya que es en este período se da la manipulación de la captura. La segunda fase dio inicio a partir del cuarto día en donde los cambios del comportamiento ya no fueron significativos. A continuación se describen brevemente estas dos fases.

#### 9.3.3.1. Primera Fase

Se pudo observar que durante los primeros tres días los organismos presentaron un comportamiento poco activo, es decir sus movimientos eran casi imperceptibles. Además permanecieron casi la mayor parte del día y noche en el fondo, así también no se observó comportamiento agresivo y su alimentación fue muy limitada hasta el tercer día, en donde buscaron y consumieron algunas partículas de alimento concentrado extrudizado. La mayoría de los organismos presentaron anorexia, atribuida al estrés sufrido durante la manipulación. Durante este período de tiempo, ocho reproductores murieron (15% de la población), a consecuencia del estrés acumulado o por algún golpe recibido durante la pesca. No hubo algún síntoma indicador de presencia de enfermedad como por ejemplo nadados errático.

#### 9.3.3.2. Segunda fase:

A partir del cuarto día de cautiverio, las condiciones comenzaron a cambiar. La actividad de los organismos paso de ser poca a normal, el desplazamiento era dentro de todo el estanque, con movimientos oscilatorios y con tendencia a la persecución de otros organismos, es decir presentaron un comportamiento agresivo. En el caso de la alimentación hubo una mejoría notoria, de tener síntomas de anorexia se les suministro comida tres veces al día. Luego de sufrir mortalidades del 15% durante los primeros días, también se dio un cambio significativo, ya que ningún organismo murió, es decir que hubo un 100% de sobrevivencia.

En la figura No. 24 A, se describen las consecuencias del cautiverio. Se registró presencia de patógenos externos, del género *Saprolegnia* que pertenece a la División Oomycota, *Saprolegnia*, los cuales son considerados como un hongo, pero que ahora en lugar de pertenecer al reino Fungi forman parte del reino Chromista, el cual está mucho más cerca de las algas que de los hongos. Para el tratamiento contra estos patógenos se utilizó sal común (Cloruro de Sodio) a 30 gr./lt., ya que algunas variedades de *Saprolegnia* (14 especies) son bastante resistentes a este tratamiento, pero gracias a la aplicación constante se pudo controlar totalmente.



### 9.3.5 Resultados de muestreos de calidad de agua

#### Cuadro No. 07.

Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007.  
Estanque No 1.

Hora del Muestreo	Parámetros de Calidad del Agua para Estanque No. 1			
	DO mg/l	Temperatura	$\mu\text{S/cm}$	DO %
4:30 pm.	0.12	26.72	110.00	1.10
6:30 pm.	1.77	26.77	176.00	20.20
8:30 pm.	3.00	26.60	105.00	37.70
7:30 am.	0.90	26.20	143.00	13.60
10:30 am.	0.80	26.17	114.00	8.90

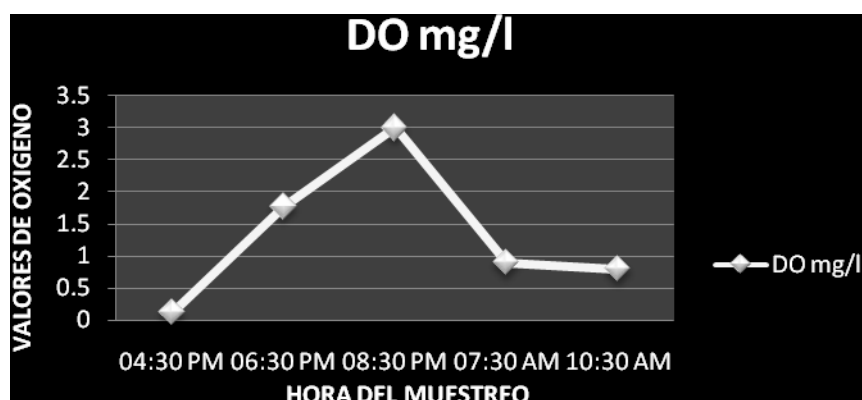


Figura No. 22. Parámetros de oxígeno disuelto para estanque No. 1



Figura No. 23. Parámetros de temperatura para estanque No. 1

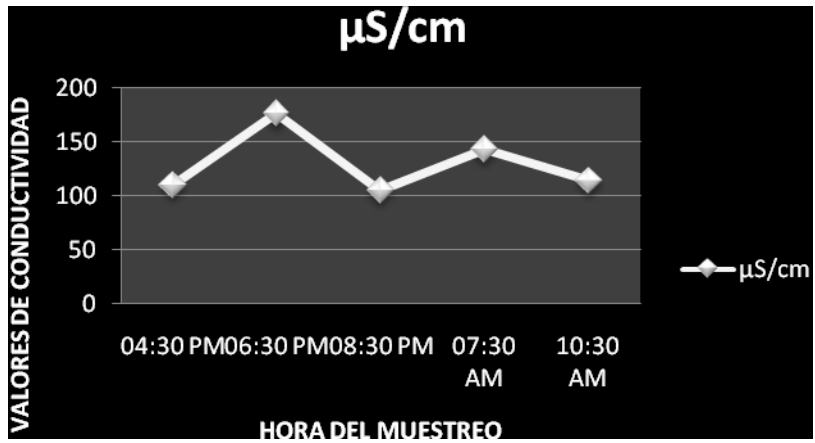


Figura No. 24. Parámetros de conductividad para estanque No. 1

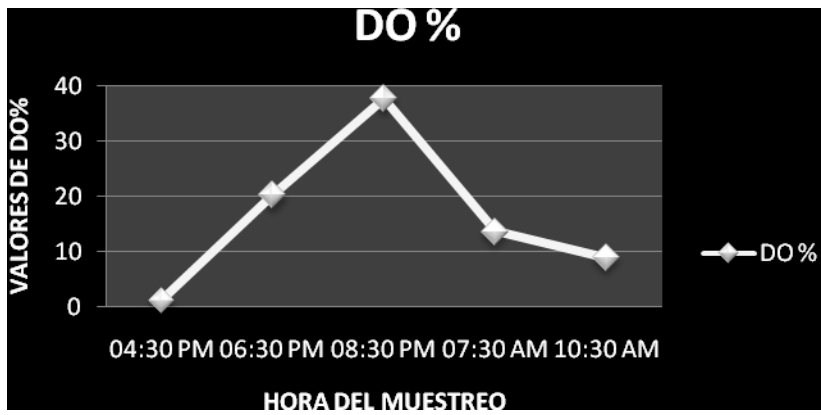


Figura No. 25. Parámetro de porcentaje de oxígeno para estanque No. 1

**Cuadro No. 8.**

Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007.  
 Estanque No 2.

Hora del Muestreo	Parámetros de Calidad del Agua para Estanque No 2			
	DO mg/l	Temperatura	µS/cm	DO %
4:30 pm.	0.0	26.47	93.00	0.00
6:30 pm.	2.10	26.55	104.00	25.70
8:30 pm.	4.60	26.57	108.00	55.50
7:30 am.	2.25	26.11	114.00	26.50
10:30 am.	1.31	26.08	112.00	15.20

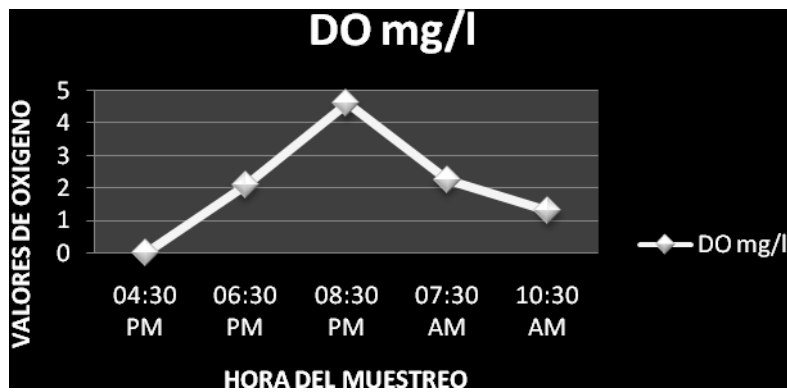


Figura. No. 26. Parámetros de Oxígeno Disuelto para Estanque No.2

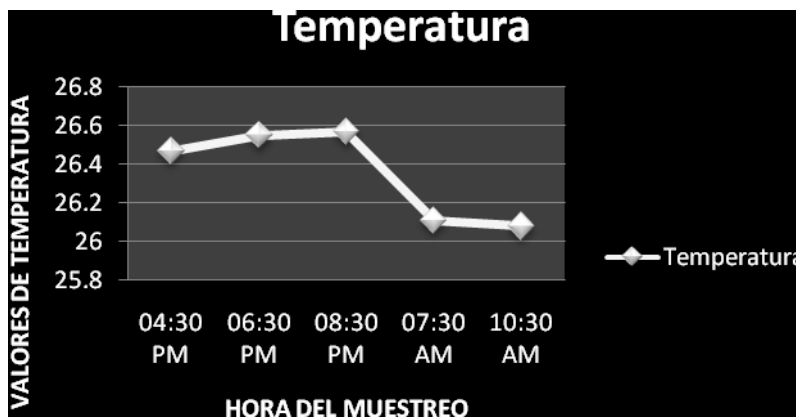


Figura No. 27. Parámetros de temperatura para estanque No. 2



Figura No. 28. Parámetros de Conductividad para Estanque No. 2

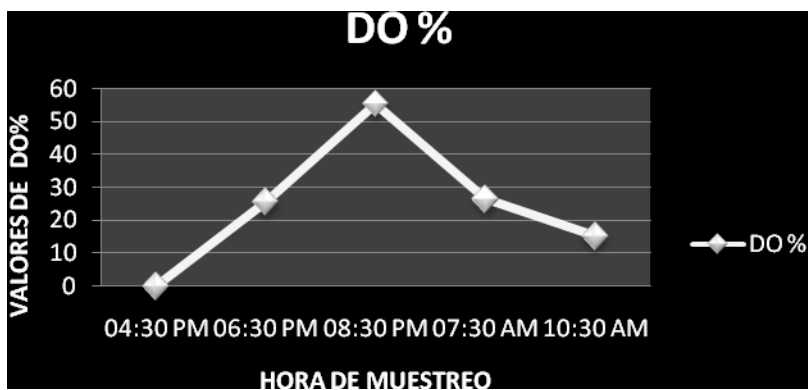


Figura No. 29. Parámetros de porcentaje de oxígeno para estanque No. 2

**Cuadro No. 9.**

Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007.  
Estanque No 3.

Hora del Muestreo	Parámetros de Calidad del Agua para Estanque No.3			
	DO mg/l	Temperatura	μS/cm	DO %
4:30 pm.	3.80	27.42	85.00	49.10
6:30 pm.	3.5	27.33	90.00	44.50
8:30 pm.	3.30	27.26	87.00	41.50
7:30 pm.	1.83	26.6	97.00	24.50
10:30 pm.	2.52	26.69	93.00	32.20

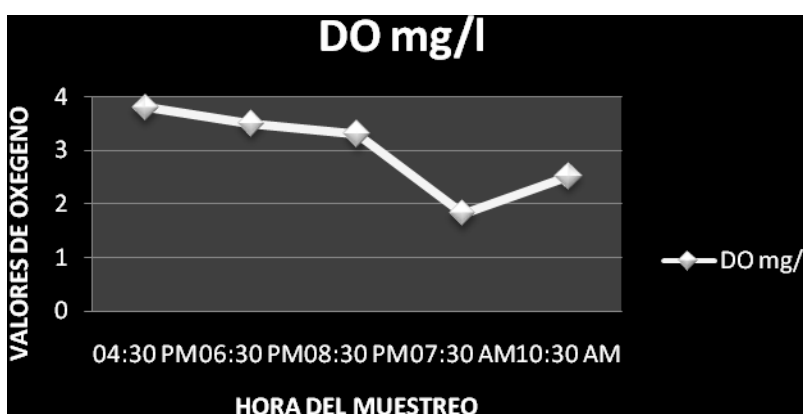


Figura No. 30. Parámetros de oxígeno disuelto para estanque No. 3.

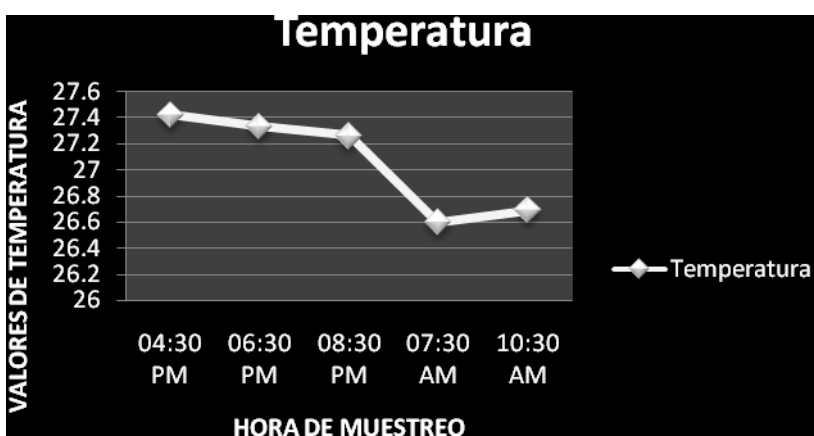


Figura No. 31. Parámetros de temperatura para estanque No. 3.

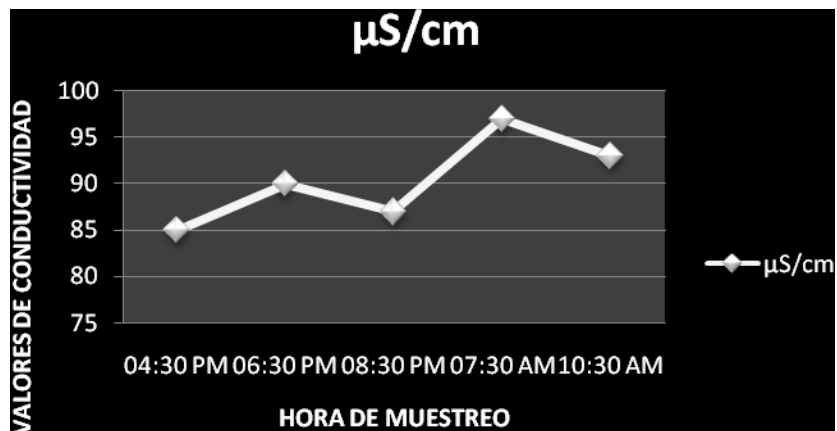


Figura No. 32. Parámetros de conductividad para estanque No. 3.

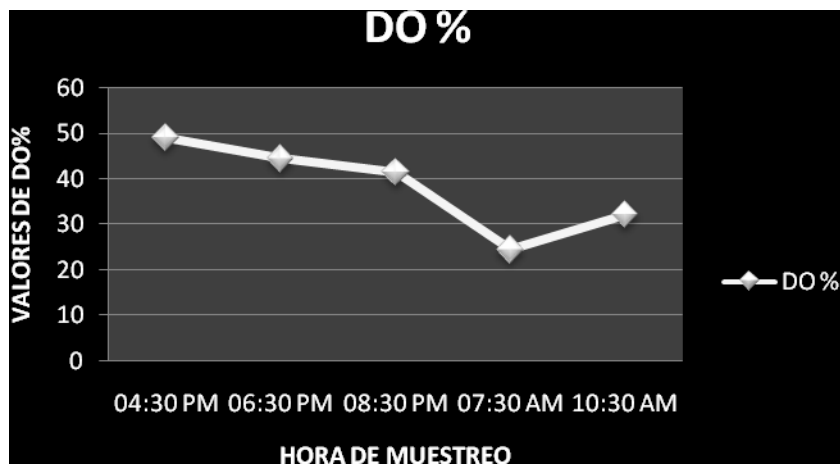


Figura No. 33. Parámetros de porcentaje de oxígeno para estanque No. 3.



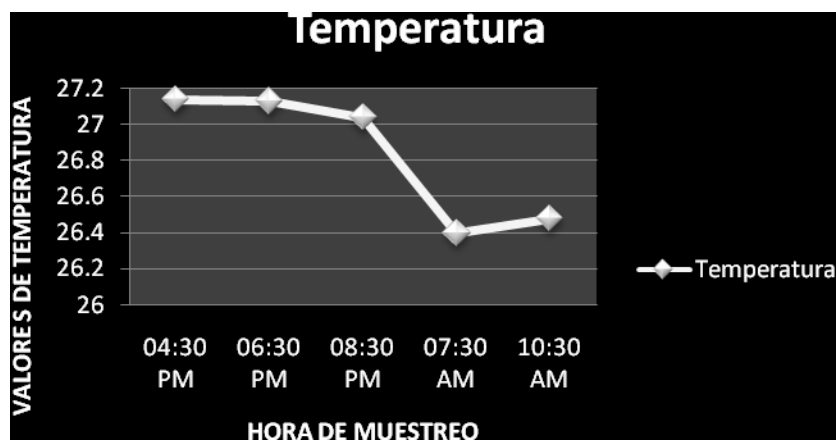
**Cuadro No. 10.**

Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007.  
Estanque No 4.

Hora del Muestreo	Parámetros de Calidad del Agua para Estanque No. 4			
	DO mg/l	Temperatura	μS/cm	DO %
4:30 pm.	3.50	27.14	95.00	40.00
6:30 pm.	3.05	27.13	103.00	38.40
8:30 pm.	2.75	27.04	96.00	36.40
7:30 pm.	0.64	26.40	101.00	12.20
10:30 pm.	1.65	26.48	101.00	21.00



**Figura No. 34.** Parámetros de oxígeno disuelto para estanque No. 4.



**Figura No. 35.** Parámetros de temperatura para estanque No. 4.

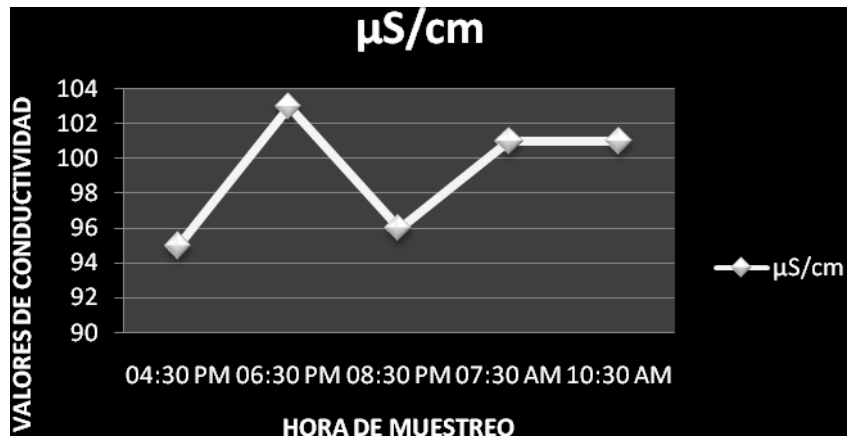


Figura No. 36. Parámetros de conductividad para estanque No. 4.

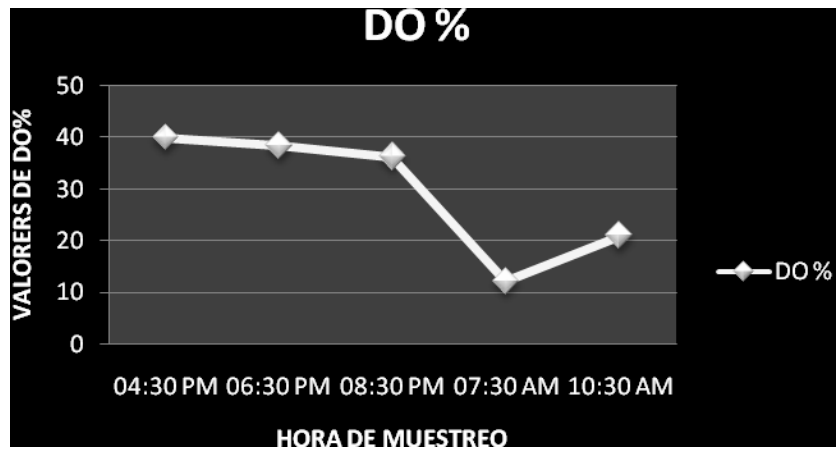


Figura No. 37. Parámetros de porcentaje de oxígeno para estanque No. 4.

**Cuadro No. 11.**

Parámetros de calidad de agua, 22 de septiembre del año 2007.

En el Río San José

Hora del Muestreo	Parámetros de calidad del agua del Río San José			
	DO mg/l	Temperatura	μS/cm	DO %
4:30 pm.	6.87	27.89	45.00	87.60
6:30 pm.	7.20	27.40	46.00	91.30
8:30 pm.	7.18	26.65	46.00	89.40
7:30 am.	6.50	26	46.00	85.60
10:30 am.	6.87	26.2	56.00	86.60

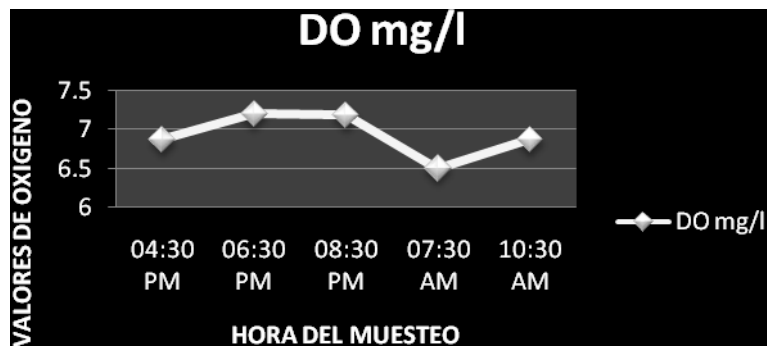


Figura No.38. Parámetro de oxígeno disuelto en el Río San José.

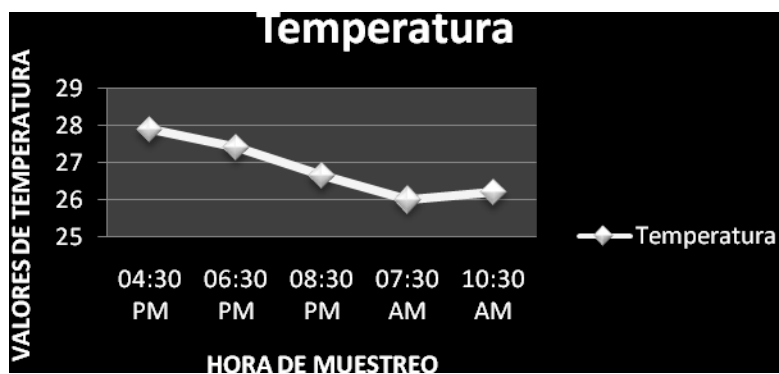
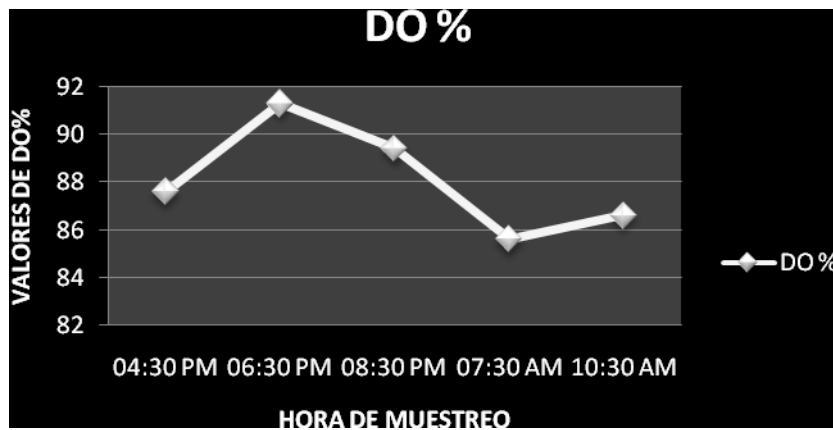


Figura No. 39. Parámetro de temperatura en el Río San José.



**Figura No. 40.** Parámetro de Conductividad en el Río San José.



**Figura No. 41.** Parámetro de porcentaje de oxígeno en el Río San José.

#### 9.3.4. *Discusión de Resultados de Calidad de Agua en Relación del Objetivo 3*

Los parámetros fisicoquímicos del agua, como lo son oxígeno, temperatura, pH y conductividad son de suma importancia para el desarrollo de los ejemplares de *Vieja maculicauda*. Ya que la toma de dichos parámetros nos permite conocer en que momento se debe de intervenir para la realización de recambios de agua, suministración de aireación artificial u otro manejo para mejorar la calidad de agua, y así mantener las mejores condiciones que permitan el desarrollo normal de los organismos.

El equipo utilizado durante toda la investigación, (figura No. 30 A) es un Multiparamétrico Hanna portátil, con electrodos, ideal para hacer mediciones in-situ en actividades de acuicultura.

Se realizó una curva de los parámetros ya mencionados durante 24 horas en horarios estratégicos, sin que existiera intervención humana en los resultados. Esto significó que dos días antes y durante la evaluación no hubo recambios de agua, ni aireación artificial por medio de blower's. Con el objetivo de conocer si las características presentadas por el laboratorio en cuanto a tamaño, forma y densidades de los estanques, así como altura sobre el nivel del mar, temperatura y ambiente eran favorables sin la intervención técnica, durante algunos días.

En los cuadros No. 7 al 10, se puede observar que en la columna DO hay datos menores de 1 mg/l, incluso hay datos de 0, esto se dio pese a las condiciones ambientales presentes durante ese día, con nublados y lloviznas. Disminuyendo la posibilidad que se realizase proceso de fotosíntesis, y esto se dió aún con la limitada presencia de productividad primaria dentro de la columna de agua.

En relación a la temperatura no hubo variaciones significativas durante todo el año. Por lo tanto se concluye que con temperaturas de 26 a 28 grados centígrados, los resultados se encuentran dentro de los rangos óptimos de producción, por ser una situación idéntica a la que se presenta en su hábitat natural.

En cuanto a la conductividad fue baja por tratarse de agua completamente dulce, oscilando entre 90 y 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , dentro de los estanques, sin embargo se dio la presencia de aguas duras que no representaron riesgo para los organismos, esto quizá por la presencia de suelos calizos.

En el cuadro No. 11, con referencia a los muestreos realizados en el río San José, se observaron conductividades menores que en los estanques, esto por la poca productividad del afluente. La carga de nutrientes dentro de un sistema de producción, al recibir material orgánico como alimentos concentrados y los desechos de los animales, hacen que la conductividad aumente. Por esta razón en sistemas de producción acuícola es recomendable la incorporación de filtros, previo a descargar las

aguas al medio natural y evitar la incorporación de estas. Como parte de estas medidas el proyecto de chumbimba *Vieja maculicauda*, se mantuvo apegado al buen manejo de las aguas de descarga, colocando un filtro biológico de almeja *Diplodon sp* y de esta forma trasladar las descargas del agua del laboratorio hacía el estanque de almejas, éstas filtraban los nutrientes para luego descargar confiablemente el agua a su medio natural.

El pH presentó resultados neutros, es decir de 7 a 7.3. Este resultado es ideal para cualquier producción acuícola.

#### **9.4. En Relación al Objetivo 4**

- Evaluar el comportamiento reproductivo en cautiverio

##### *9.4.1. Discusión de resultados de apareamiento y reproducción en relación al objetivo 4*

Luego de la evaluación y adaptación de los reproductores en cautiverio, separados machos y hembras durante quince días, se procedió a la preparación de las áreas de reproducción y maternidad, en los estanque cinco y seis respectivamente.

La preparación consistió en incorporar arena caliza en el fondo del estanque y en la utilización de lajas como madrigueras, simulando su hábitat natural.

Al tener el estanque cinco lleno y preparado, se procedió a trasladar hembras y machos en relación de tres a uno respectivamente, es decir 15 hembras y 5 machos.

El comportamiento varió, ya que en este momento las hembras y machos se encontraron en un solo estanque. Hubo peleas agresivas, mordiscos en aletas; se observaron organismos con aletas incompletas (rayos y espinas). Lo que permitió concluir que estos marcaron territorio durante los primeros días.

A la semana de haber reunido machos y hembras se pudo constatar uno de los resultados más importantes, en donde la *Vieja maculicauda* formó parejas durante su apareamiento y reproducción, cuidando su nido durante unos cinco a siete días, previo al desove. Su comportamiento reflejó la presencia de cuatro franjas oscuras en la parte superior de la cabeza, indicando signos de agresividad, estas franjas no fueron permanentes en el organismo. Estos utilizaron algún tipo de mimetismo para que dichas franjas se hicieran evidentes, como signo de agresividad, alejando cualquier amenaza posible para el desarrollo normal de los huevos, o simplemente para la protección de la madriguera, (figura No. 31 A).

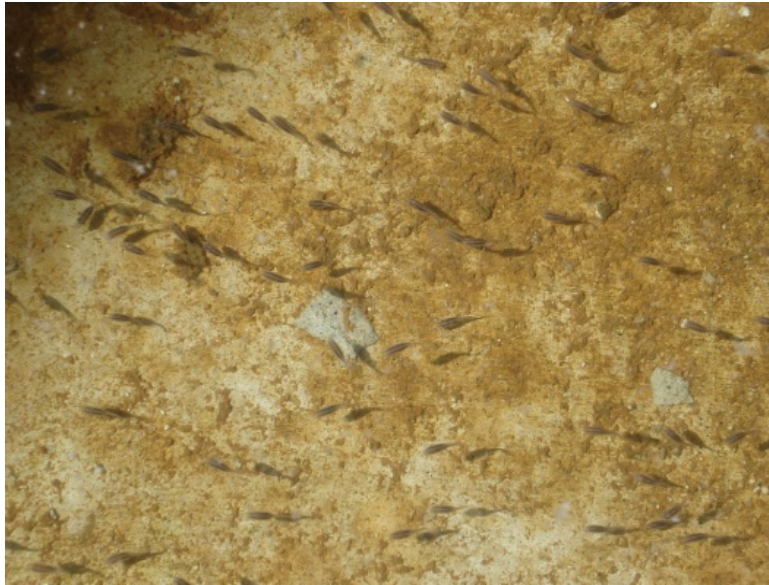
Posteriormente la hembra depositó sus ovocitos, fijándolos en arena y laja para que el macho dominante los fertilizara con sus espermatozoides. Pasando así de 14 a 16 días de incubación, desde la fecundación hasta la eclosión con instintos paternos y maternos bien definidos, siendo agresivos y atacando en forma de persecución a intrusos.

El cuidado no terminó allí, los nuevos alevines fueron protegidos de tres a cinco días. Después de este período los alevines son totalmente independientes a los padres, nadando libremente en lo que ahora es un nuevo hábitat, tal y como lo muestra la figura No. 1 A.

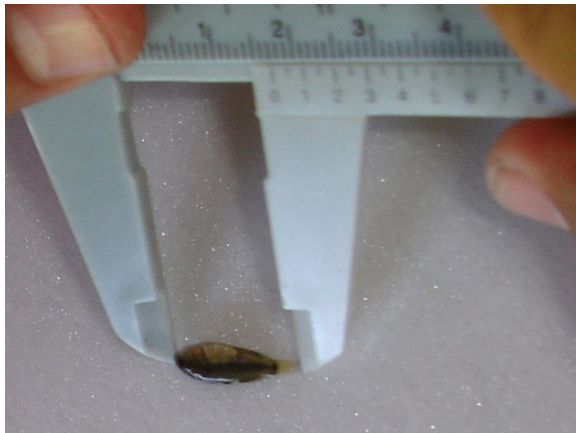
Con esto concluimos que la fertilización, incubación y eclosión es externa y que el proceso de apareamiento y reproducción tiene una duración de 20 a 23 días.



La cantidad de alevines obtenidos fueron de 400 a 450 en todo el estanque de maternidad, comprobando que únicamente dos hembras completaron el ciclo. Concluyendo así que un hembra de 160 gr. a 170 gr. produce de 200 a 225 alevines por puesta. Con este dato se demuestra el potencial reproductivo de la chumbimba, aportando un avance fundamental para otras investigaciones. Se concluye entonces que en condiciones de laboratorio es factible reproducir *Vieja maculicauda*.



**Figura No.42** Alevines de *Vieja maculicauda*



**Figura No. 43.** Alevines de *Vieja maculicauda*



**Figura No. 44.** Alevines de *Vieja maculicauda*

**Cuadro No. 12.**

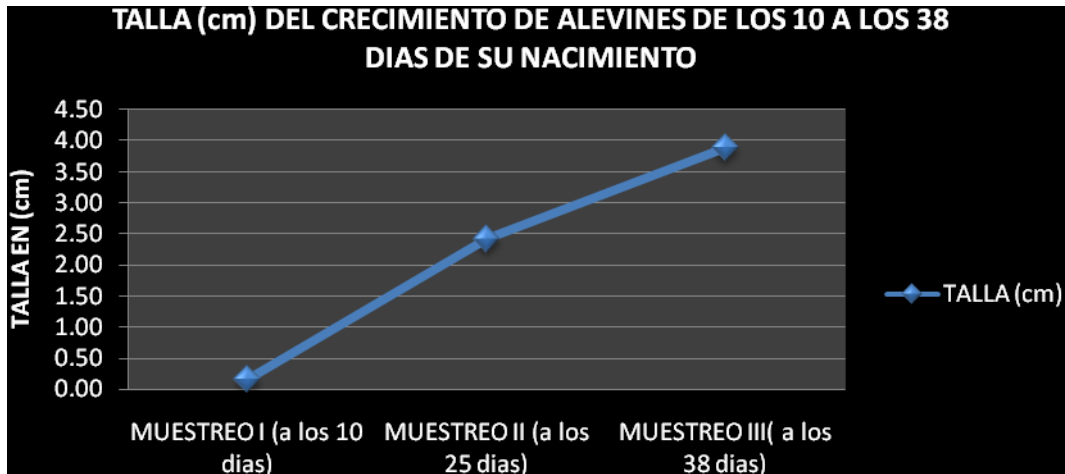
Muestreo de talla de alevines de Vieja maculicauda .

<b>No. de Alevines</b>	<b>Muestreo No. 1</b>	<b>Muestreo No. 2</b>	<b>Muestreo No.3</b>
1.	0.18	2.00	4.50
2.	0.17	2.50	3.50
3.	0.16	2.10	4.00
4.	0.17	2.00	4.00
5.	0.14	3.00	3.50
6.	0.14	3.00	3.50
7.	0.14	2.00	4.00
8.	0.17	2.00	4.50
9.	0.17	2.50	3.50
10.	0.17	2.50	3.50
11.	0.16	3.00	3.50
12.	0.16	2.30	4.00
13.	0.15	2.00	4.00
14.	0.16	2.50	4.00
15.	0.15	2.50	4.00
16.	0.15	2.50	4.00
17.	0.14	3.00	4.00
18.	0.15	2.20	4.00

**Cuadro No. 13.**

Media aritmética de cada muestreo

	<b>Muestreo No. 1 (a los 10 días)</b>	<b>Muestreo No. 2 (a los 25 días)</b>	<b>Muestreo No. 3 (a los 38 días)</b>
<b>Talla (cm)</b>	0.16 cm	2.42 cm	3.89 cm



**Figura No. 45.** Crecimiento de los alevines de los 10 a los 38 días.

**Cuadro No. 14.**Muestreo de peso de alevines de *Vieja maculicauda*

<b>No.</b>	<b>Muestreo No.1</b>	<b>Muestreo No.2</b>	<b>Muestreo No. 3</b>
1.	0.29	0.70	1.90
2.	0.19	0.80	1.10
3.	0.19	0.70	1.50
4.	0.29	0.70	1.50
5.	0.19	1.00	1.30
6.	0.19	1.00	1.30
7.	0.19	0.80	1.60
8.	0.29	0.70	2.00
9.	0.19	0.90	1.30
10.	0.10	0.80	1.30
11.	0.10	0.90	1.30
12.	0.10	0.70	1.60
13.	0.10	0.70	1.70
14.	0.10	0.80	1.50
15.	0.10	0.80	1.50
16.	0.10	0.90	1.50
17.	0.10	1.10	1.60
18.	0.10	0.70	1.50

**Cuadro No. 15.**

Media Aritmética de cada muestreo en cuanto a peso

	Muestreo No. 1 (a los 10 días)	Muestreo No. 2 (a los 25 días)	Muestreo No. 3 (a los 38 días)
Peso (gr.)	0.16 g	0.82 g	1.50 g



**Figura No. 46.** Crecimiento de alevines de los 10 a los 38 días.

*9.4.2. Discusión de resultados de muestreos de alevines en relación al objetivo 4*

A los ocho días de vida de los alevines, se realizó un conteo poblacional, para determinar la cantidad de alevines vivos. Este dato fue fundamental, para conocer la capacidad de reproducción de las hembras silvestres en su primer ciclo reproductivo en cautiverio.

A los 10, 25 y 38 días, se realizaron muestreos de talla y peso a un segmento de la población del 4% alevines, el porcentaje fué mínimo para disminuir el riesgo de estrés producido por el trauma que representa la manipulación, así también se tomó en cuenta otro criterio, que es la homogeneidad de la camada.

Los resultados mostraron un incremento diario de peso de 0.04 gr. y de talla de 0.1 cm. En la figura No. 45, se puede observar el crecimiento exponencial de los alevines de *Vieja maculicauda*. Si tomamos en cuenta crecimientos a esa edad, de la especie *Oreochromis nilotica*, podemos afirmar que sí existe diferencia significativa en el crecimiento, de hasta un 100%, siendo este un parámetro normal. Ya que la tilapia esta completamente domesticada con muchas generaciones de adelanto. No cabe duda que

al obtener nuevas camadas y generaciones, los datos en crecimiento serán mucho más favorables.

Los alevines nacidos durante la investigación permanecieron y seguirán en los estanques cinco y seis, esperando dar inicio a la segunda fase, que determinará la carga óptima del pez Chumbimba *Vieja maculicauda*, en dos Sistemas de Producción Experimental.

## 10. Conclusiones

10.1 Es factible la reproducción de *Vieja maculicauda* en condiciones de cautiverio, obteniendo un comportamiento reproductivo relativamente bajo.

10.2 Las mayores poblaciones de *Vieja maculicauda* en el Lago de Izabal, de acuerdo al conocimiento natural de los pescadores se localizan al oeste del Lago, en la desembocadura del Río Polochic.

10.3 El comportamiento general de la *Vieja maculicauda*, en cautiverio se caracteriza por ser una especie territorial, dócil, sin canibalismo, que acepta alimento suplementario. El comportamiento individual manifiesta agresividad, sin localización fija en el recinto, aceptación de alimento suplementario y propenso a *Saprolegnia*.

10.4 El comportamiento reproductivo de *Vieja maculicauda* en cautiverio es significativamente inferior en relación a la especie cultivada *Oreochromis nilótica*.



## 11.Recomendaciones

11.1 Hacer estudios que permitan aumentar la capacidad reproductiva de *Vieja maculicauda* en condiciones de cautiverio.

11.2 Regular la pesca de *Vieja maculicauda* que se viene desarrollando en la parte Oeste del Lago de Izabal.

11.3 Evaluar la factibilidad de cultivar *Vieja maculicauda* como una alternativa a la pesca de dicho recurso en el Lago de Izabal.

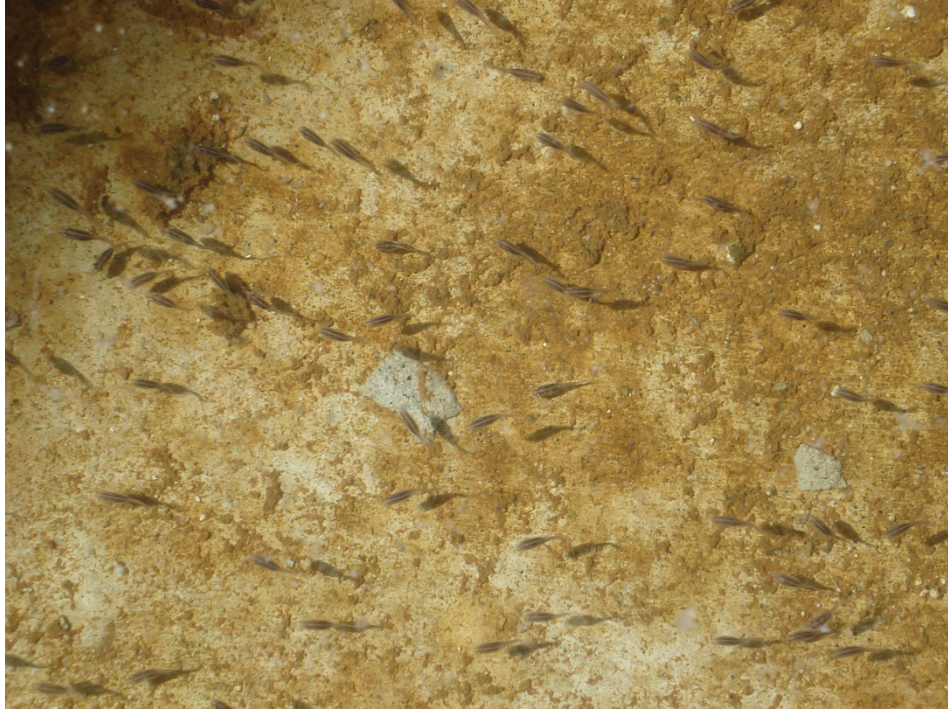
## 12. Bibliografía

1. Andrade, H. 1998. Contribución al estudio de la biología y pesquería del lago de la mancha *Lutjanus guttatus* capturado por la pesca artesanal en el pacífico de Guatemala. Guatemala, USAC. # p.
2. \_\_\_\_\_. 2001. Estudio de la biología y pesquería de la chumbimba *Cichlasoma maculicauda* en el parque nacional de Río Dulce. Tesis Lic. Acuicultura. Guatemala, USAC. 42 p.
3. Bardach, J. 1986. Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. México, AGT. 740 p.
4. Benítez, L. 1994. Introducción a la dinámica poblacional. México, Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar. 143 p.
5. Brugnoli, E. 1999. Agua en los trópicos, guía científico-técnica para el estudio de la calidad del agua en Centroamérica, una aproximación a la armonización de las normas de calidad. Costa Rica, Güilombé. p. 47-57.
6. Bussing, W. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 468 p.
7. Greenfield, D. 1997. Fishes of the continental waters of Belice. United States of America, University Press of Florida. 311 p.
8. Haller, WT; Sutton, DI; Barlowe, WC. 1974. Effects of salinity on growth of several aquatic macrophytes. Ecology 55: 891-894
9. Haltop, KK. 1995. La fauna y delta del Polochic, Izabal, Guatemala. Guatemala, CARE. 50 p.

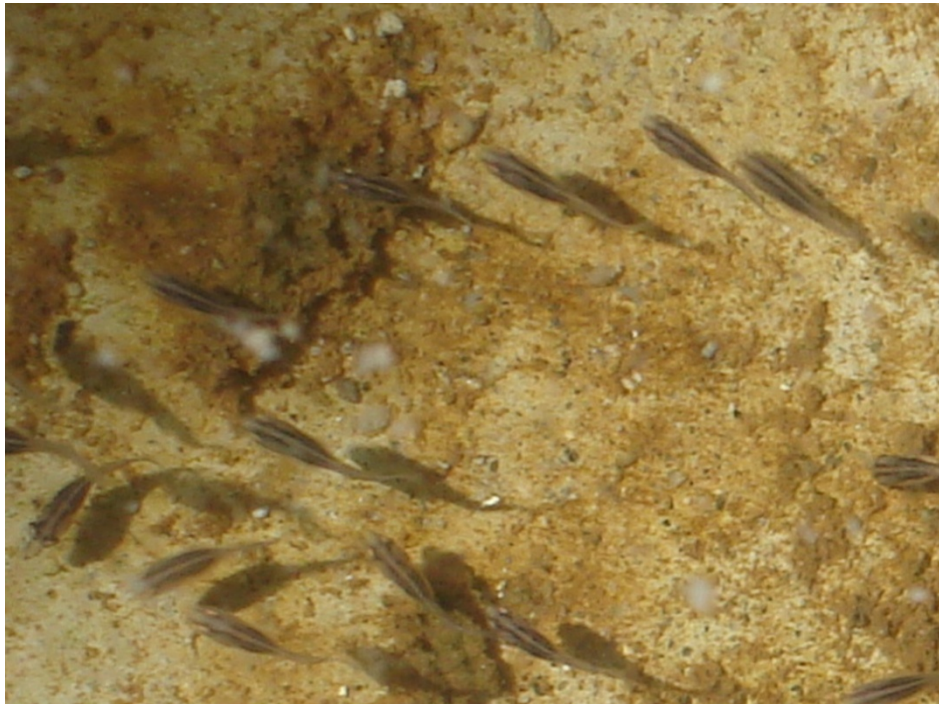
10. Roldán, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Colombia, INPA. p. 226; 272-274.

11. Villa, J. 1982. Peces nicaragüenses de agua dulce. Nicaragua, Colección Cultural. 204 p. (Serie Geografía y Naturaleza no. 3)

12. Wheaton, F. 1982. Acuicultura. México, AGT. p. 34-56; 123-125; 166-174.



**Figura No. 1 A.** Alevines de *Vieja maculicauda* obtenidos en laboratorio.



**Figura No. 2 A.** Alevines de *Vieja maculicauda* dentro del recinto



**Figura No. 3 A.** Reproductores de *Vieja maculicauda* en cautiverio



**Figura No. 4 A.** Reproductores de *Vieja maculicauda* en cautiverio





**Figura No. 5 A.** Actividades de pesca dentro del Lago de Izabal



**Figura No. 6 A.** Transporte de *Vieja maculicauda* post- captura.



**Figura No. 7 A.** Vieja maculicauda sometidos a la pesca descontrolada.



**Figura No. 8 A.** Pesca dentro del lago de Izabal.





**Figura No. 9 A.** Disección de *Vieja maculicauda* para determinar estadio gonadal.



**Figura No. 10 A** Disección de *Vieja maculicauda* para determinar estadio gonadal

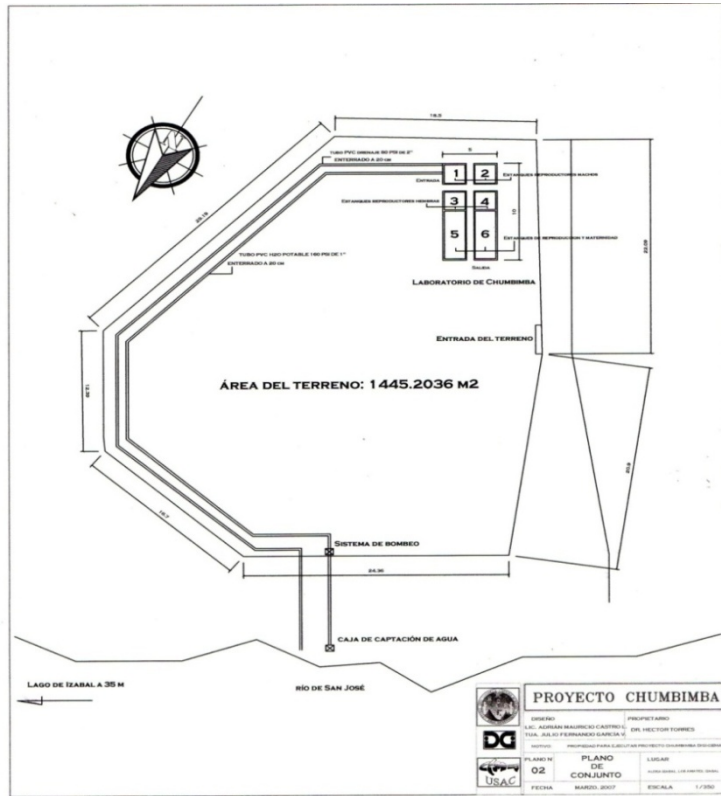


Figura No. 11 A Diseño del laboratorio experimental



Figura No. 12 A. Construcción de laboratorio de *Vieja maculicauda*





**Figura No. 13 A.** Etapa de acabados de laboratorio experimental.



**Figura No. 14 A.** Fase de construcción de laboratorio *Vieja maculicauda*.





**Figura No. 15 A.** Unidad de producción en construcción.



**Figura No. 16 A.** Laboratorio experimental de *Vieja maculicauda*.





**Figura No.17 A.** Laboratorio de *Vieja maculicauda* en funcionamiento



**Figura No. 18 A.** Fase de instalación del sistema de bombeo de laboratorio.





**Figura No. 19 A.** Instalación de bomba hidráulica.



**Figura No. 20 A.** Transporte acuático utilizado en la investigación



**Figura No. 21 A.** Aporte de navegación del proyecto *Vieja maculicauda*.



**Figura No. 22 A.** Reproductor *Vieja maculicauda* enfermo por *Saprolegnia*.





**Figura No. 23 A.** Reproductor *Vieja maculicauda* enfermo por *Saprolegnia*.



**Figura No. 24 A.** Presencia de *Saprolegnia* en la piel de *Vieja maculicauda*.





**Figura No. 25 A.** Presencia de *Saprolegnia* en la piel de *Vieja maculicauda*.



**Figura No. 26 A.** Instalación del sistema de desfogue de laboratorio.





**Figura No. 27 A.** Sistema de conducción de agua hacia laboratorio



**Figura No. 28 A.** Reproductores de *Vieja maculicauda*



**Figura No. 29 A.** Reproductores de *Vieja maculicauda*



**Figura No. 30 A.** Visita de catedráticos de la Universidad de Cádiz, España.

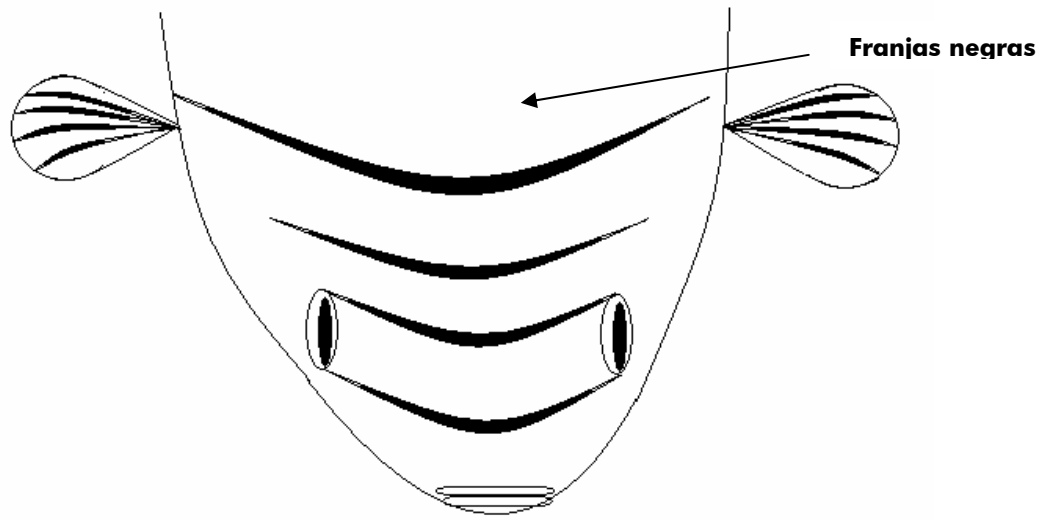




**Figura No. 31 A.** Multiparamétrico de calidad del agua



**Figura No. 32 A.** Comportamiento agresivo hacia las otras chumbimbas con presencia de franjas negras en la parte superior de la cabeza



**Figura No.33. A** Características distintivas de apareamiento