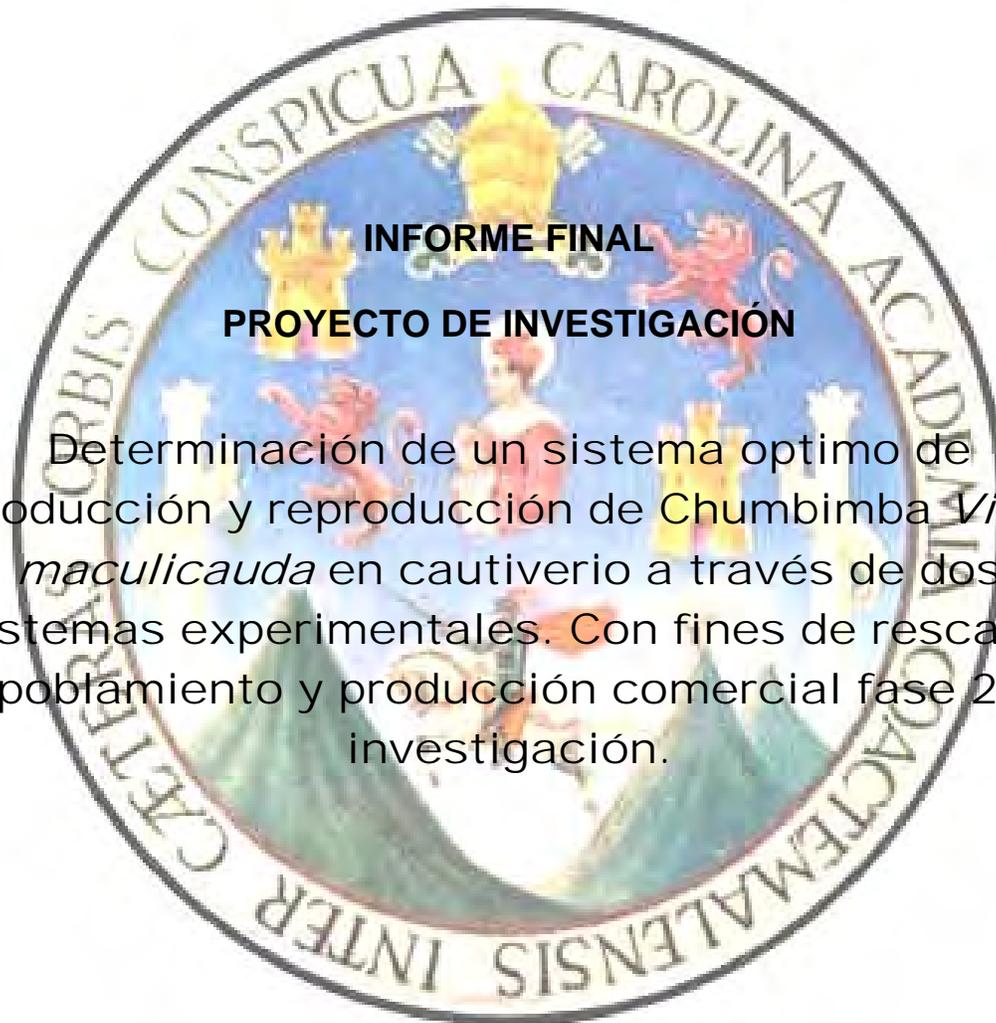




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA



INFORME FINAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Determinación de un sistema óptimo de producción y reproducción de Chumbimba *Vieja maculicauda* en cautiverio a través de dos sistemas experimentales. Con fines de rescate, repoblamiento y producción comercial fase 2 de investigación.

GUATEMALA, 2009

PROYECTO

Determinación de un sistema óptimo de producción y reproducción de Chumbimba *Vieja maculicauda* en cautiverio a través de dos sistemas experimentales. Con fines de rescate, repoblamiento y producción comercial fase 2 de investigación.

Integrantes del equipo de investigación

Coordinador

Msc. Erick Roderico Villagrán Colón

Investigador Principal

Lic. Adrian Mauricio Castro López

Auxiliar de investigación I

T.A. Julio Fernando García Vargas

Auxiliar de campo

Isaias Orellana Chiquel

Colaboradores al Proyecto

Msc. Pedro Julio García Chacón

Dr. Héctor Lisinio Torres Lone

T.A. Carlos Humberto Ortiz Ruiz

Raúl Armando Milla Leal

Fecha y año de la ejecución del proyecto

Proyecto ejecutado de Febrero a Diciembre del año 2008

Resumen de proyecto de investigación

La Chumbimba es un cíclido nativo y endémico del lago de Izabal y de algunos cuerpos de agua dulce de México y Centro América. En Guatemala este pez se conoce como mojarra de Río Dulce o Chumbimba, especie que tiene una alta demanda en el norte del país. Se considera que es una especie que podría estar en peligro de extinción.

Dentro del Lago de Izabal se desarrollan diversas actividades productivas, entre ellas la pesca artesanal la cual ha provocado en algunos casos la extracción excesiva de determinadas especies. La Chumbimba *Vieja maculicauda* es un pez nativo y endémico de la costa atlántica de Guatemala, México y Centro América que es altamente preferido por consumidores locales y visitantes, sin embargo producto de la extracción excesiva este recurso en los últimos tiempos ha disminuido en número y en talla de captura, lo más lamentable es la utilización de artes de pesca no autorizados por la Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura –UNIPESCA– quien es la responsable de controlar y velar por el buen manejo de los recursos hidrobiológicos. A pesar del esfuerzo de las autoridades Guatemaltecas y dada la necesidad y mala orientación y conciencia, cuadrillas de pescadores organizadas, cada 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 todo tipo y tamaño organismos.

En los últimos 10 años, los stocks de peces y otros organismos de interés comercial por su valor alimenticio o por su uso tradicional se han visto disminuidos producto de su uso irracional y la alteración de su hábitat. La Chumbimba *Vieja maculicauda* no escapa al problema. Por ser una especie presente en los cuerpos de agua continentales en Guatemala, es susceptible de labores de pesca. Cada día el pescador realiza faenas pesqueras encontrando a estos organismos en menor cantidad y con menores tallas. Esta particularidad hace que su captura ya no constituya una alternativa de subsistencia y mucho menos de comercialización.

El problema se enfoca desde dos puntos de vista o factores, 1) las fuentes de presión sobre el sistema lago de Izabal las cuales son de tipo natural y antrópico 2) las presiones sobre los componentes del sistema

En la medida en que se abaten las poblaciones la posibilidad natural de recuperación de la especie disminuye.

Es importante señalar en el contexto anterior las preguntas que plantea la presente investigación:

- Que pasará en los próximos 10 años con el recurso Chumbimba si no investigamos sobre metodologías artificiales y naturales de reproducción y tomamos decisiones para la recuperación de la especie

- Que alternativas de producción debemos recomendar a los pescadores con el propósito de disminuir las presiones hacia el recurso.

Ante tal situación el presente proyecto se constituye en una alternativa de respuesta a dichos planteamientos.

Es debido a esta preocupación que se realizó este proyecto, dirigido específicamente a la comunidad de la aldea Izabalito ubicada a orillas del lago de Izabal. El mismo pretende dar continuidad a la fase I de investigación, en donde Elías, Castro y García (2007), realizaron un estudio consistente en la Evaluación del potencial reproductivo de La Chumbimba *Vieja maculicauda* en cautiverio con fines de repoblamiento y producción comercial. Dichos investigadores concluyeron que la factibilidad en cuanto a la reproducción de dicho organismo es positiva, que la mayor incidencia de la población de esta especie se encuentra en la parte oeste del lago de Izabal, influenciado por la desembocadura del río Polochic, siendo esta una especie territorial dócil, sin canibalismo alguno y con una gran aceptación hacia el alimento suplementario. También concluyeron que la sobrevivencia de alevines, la producción de alevines y el crecimiento de los alevines en relación a la tilapia (*Oreochromis nilótica*) especie tradicionalmente cultivada en Guatemala, lo cual se compensa por ser una especie nativa de alta demanda tanto por los pobladores como por consumidores fuera de la localidad, lo que conlleva a competir en calidad con la especie tradicional Tilapia.

El presente proyecto evaluó el comportamiento de la Chumbimba *Vieja maculicauda* variando las densidades de carga y alimentación con fines de repoblamiento y producción comercial. La investigación se propuso de alcanzar los siguientes objetivos: determinar un sistema óptimo de producción y reproducción de Chumbimba en cautiverio a través de dos sistemas experimentales, capacitar a las comunidad de pescadores con información sobre las técnicas de crecimiento y reproducción de la Chumbimba, aplicadas en un sistema controlado que permita su comercialización a mediano plazo y realizar un programa de repoblamiento del lago de Izabal mediante la producción en cautiverio de la Chumbimba *Vieja maculicauda* con fines de incremento de la población.

La investigación determinó que la Chumbimba presenta crecimientos bajos en relación a la Tilapia, especie introducida guatemalteca, también se comprobó que los crecimientos están directamente relacionados con su densidad y aireación de los sistemas productivos.

El resultado más relevante de la investigación es que la Chumbimba a diferencia de la Tilapia a los 6 meses de engorde aún no alcanza la talla y peso comercial, oscilando entre 175 a 200 g de peso y 12 a 14 cm de talla. Se tomaron en cuenta las siguientes características: mejores condiciones de engorde con aireación continua, densidades de 10 m³, en estanques circulares de 20 m³ con revestimiento de polietileno.

Se contempló la transferencia de las técnicas productivas utilizadas durante el proyecto, mediante la capacitación de las comunidades del lugar, con el propósito de que las mismas puedan emprender en el mediano plazo proyectos productivos a nivel comercial que generen empleo directo e indirecto para la población. Logrando la capacitación de 60 personas sobre técnicas de reproducción y engorde de la Chumbimba.

Otro beneficio del proyecto fue la liberación en el lago de Izabal el excedente de alevines reproducidos en cautiverio para seguir contribuyendo al rescate de esta especie y se logro repoblar por medio de la liberación de más de 10,000 alevines

Los impactos de la presente investigación tienen un balance netamente positivo ya que contribuyen a la recuperación de la especie y a la seguridad alimentaria de las comunidades de la región.

INDICE GENERAL

No.	Actividad	Pg.
	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	11
7	Parámetros Físico – Químicos	11
	7.1. Temperatura	11
	7.2. Oxígeno	11
	7.3. Potencial Hidrogeno (pH)	12
	7.4. Dureza	12
	7.5. Fosforo	12
	7.6. Nitrógeno	12
8	Metodología	13
	8.1. Ubicación geográfica	13
	8.2. Descripción metodológica.	15
	8.2.1. Descripción metodológica	15
	8.2.1.1. Variables e indicadores	15
	8.2.2. Diseño	17
	8.2.2.1 Descripción de la metodología estadística	17
9	Resultados y discusión de resultados	20
	9.1. En relación al objetivo 1	20
	9.1.1. Comparación de promedios en cuanto a peso de las diferentes densidades de siembra, en sistemas con aireación vs sistemas sin aireación.	20
	9.1.2. Crecimiento en cuanto a peso de tres distintas densidades en un sistema de cultivo con aireación.	22
	9.1.3. Crecimiento en cuanto a peso de tres distintas densidades en un sistema de cultivo sin aireación.	23
	9.1.4. Tendencia del comportamiento de la relación edad de organismo vs peso en tres diferentes densidades bajo un sistema de cultivo con aireación.	24

9.1.5. Tendencia del comportamiento de la relación edad de organismo vs peso en tres diferentes densidades bajo un sistema de cultivo sin aireación.	26
9.1.6. Análisis de regresión de diferentes densidades vs peso de organismos en sistemas con aireación y sin aireación.	28
9.1.7. Análisis estadístico.	29
9.2. En relación al objetivo 2	33
9.3. En relación al objetivo 3	34
9.4. En relación al objetivo 4	34
10 Conclusiones	35
11 Recomendaciones.	36
12 Bibliografía.	37

INDICE DE CUADROS

No.	Cuadro	Pg.
1	Variables, indicadores y valoración.	15
2	Tabla de alimentación.	16
3	Promedios de peso de tres densidades diferentes en sistemas con aireación.	22
4	Promedios de peso de tres densidades diferentes en sistemas sin aireación.	23
5	Peso de los organismos a los 90 días de siembra en sistema con aireación.	29
6	Varianza de las cuatro densidades de organismos en sistemas de cultivo con aireación	29
7	Análisis de varianza	29
8	Peso de los organismos a los 90 días de siembra en sistema sin aireación.	30
9	Varianza de las cuatro densidades de organismos en sistemas de cultivo sin aireación	30
10	Análisis de varianza.	30
11	Peso de los organismos a los 180 días de siembra en sistema con aireación.	31
12	Varianza de las cuatro densidades de organismos en sistemas de cultivo con aireación	31
13	Análisis de varianza.	31
14	Peso de los organismos a los 180 días de siembra en sistema sin aireación.	32
15	Varianza de las cuatro densidades de organismos en sistemas de cultivo sin aireación	32
16	Análisis de varianza	32
17	Temas de capacitación a pobladores de la aldea Izabalito	33
18	Alevines de Chumbimba producidos en año 2008.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Actividad	Pg.
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.	Croquis del área experimental.	14
5.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m ³ en sistema con aireación vs. sistema sin aireación.	20
6.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 15 org/m ³ en sistema con aireación vs. Sistema sin aireación.	21
7.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 20 org/m ³ en sistema con aireación vs. Sistema sin aireación.	21
8.	Comparación de peso (g) de alevines de Chumbimba con densidades de 10 org/m ³ , 15 org/m ³ , 20 org/m ³ en sistema con aireación.	22
9.	Comparación de peso (g) de alevines de Chumbimba con densidades de 10 org/m ³ , 15 org/m ³ , 20 org/m ³ en sistema sin aireación.	23
10.	Regresión en peso del sistema con aireación teniendo una densidad de 10 org/m ³ .	24
11.	Regresión en peso del sistema con aireación teniendo una densidad de 15 org/m ³ .	24
12.	Regresión en peso del sistema con aireación teniendo una densidad de 20 org/m ³ .	25
13.	Regresión en peso del sistema sin aireación teniendo una densidad de 10 org/m ³ .	26
14.	Regresión en peso del sistema sin aireación teniendo una densidad de 15 org/m ³ .	26
15.	Regresión en peso del sistema sin aireación teniendo una densidad de 20 org/m ³ .	27
16.	Regresión en cuanto a densidad del sistema de cultivo con aireación.	28
17.	Regresión en cuanto a densidad del sistema de cultivo sin aireación.	28

INDICE DE ANEXOS DE FIGURAS

No.	Actividad
1.	Reproductores de <i>Vieja maculicauda</i> .
2.	Alevines de <i>Vieja maculicauda</i> obtenidos en cautiverio.
3.	Estanques circulares del área experimental.
4.	Fase de colocación de tubería.
5.	Cortado de plástico salinero para revestimiento de estanques.
6.	Cortado de plástico salinero para revestimiento de estanques.
7.	Alevines de <i>Vieja maculicauda</i> para incorporación en estanques.
8.	Tomad de datos en cuanto a talla y peso de alevines de <i>Vieja maculicauda</i> .
9.	Toma de datos en cuanto a talla de alevín de <i>vieja maculicauda</i> .
10.	Alevines de <i>Vieja maculicauda</i> para programa de repoblamiento.
11.	Alevín de <i>Vieja maculicauda</i>
12.	Titular de investigación en programa de repoblamiento de <i>Vieja maculicauda</i> .
13.	Equipo de trabajo del proyecto Determinación de un sistema optimo de producción y reproducción de Chumbimba <i>Vieja maculicauda</i> en cautiverio a través de dos sistemas experimentales. Con fines de rescate, repoblamiento y producción comercial fase 2 de investigación.

INDICE DE ANEXOS DE CUADROS

No.	Descripción
1.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m ³ en sistema con aireación
2.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m ³ en sistema sin aireación
3.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 15 org/m ³ en sistema con aireación
4.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m ³ en sistema sin aireación
5.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 20 org/m ³ en sistema con aireación
6.	Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m ³ en sistema sin aireación

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 cíclidos 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 se propuso de alcanzar los siguientes objetivos: determinar un sistema óptimo de producción y reproducción de Chumbimba en cautiverio a través de dos sistemas experimentales, capacitar a las comunidad de pescadores con información sobre las técnicas de crecimiento y reproducción de la chumbimba, aplicadas en un sistema controlado que permita su comercialización a mediano plazo y realizar un programa de repoblamiento del lago de Izabal mediante la producción en cautiverio de la chumbimba *Vieja maculicauda* con fines de incremento de la población.

La investigación determinó que la Chumbimba presenta crecimientos bajos en relación a la Tilapia, especie introducida guatemalteca, también se comprobó que los crecimientos están directamente relacionados con su densidad y aireación de los sistemas productivos, dando mejores rendimientos en densidades bajas y aireación continua, se logró capacitar a 60 personas sobre reproducción de la Chumbimba y se repobló el Lago de Izabal por medio de la liberación de más de 10,000 alevines de la misma.

La investigación refleja un gran aporte para futuros estudios en especie nativas y/o endémicas guatemaltecas en donde podemos tomar los resultados como base para nuevos ensayos, tanto en especies silvestres como domesticadas. Es importante recomendar que de urgencia se deben realizar mejoramientos genéticos de Chumbimba ya que la explotación irracional de la especie se está desarrollando a pasos agigantados y puede extinguirse, pero también conocemos de la necesidad de las personas de tener organismos viables técnica y económicamente.

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

La piscicultura de agua dulce 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 influyen en la poca aceptación de la actividad acuícola están: a) No se consideró 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 generar proyectos que no solo vengán a satisfacer necesidades económicas sino que al mismo tiempo contribuyan a mejorar la maltrecha situación nutricional de muchos guatemaltecos.

El Centro de Estudios del mar y acuicultura, se encuentra en una fase de validación de los estanques circulares, que es una tecnología que permite la producción de peces en espacios reducidos de manera intensiva, lo cual constituye una verdadera revolución pues reduce significativamente los costos fijos de la inversión piscícola, y permite a las personas producir peces sin necesidad de contar con grandes caudales de agua.

Este aporte investigativo se planteo como cuestión coyuntural en vista de la desesperada manifestación de los pescadores los cuales nos dan la pauta como una necesidad de respuesta a las malas prácticas de pesca en el lago de Izabal.

Insistiendo en la necesidad de asegurar la subsistencia de las comunidades y específicamente en el deterioro que han sufrido los recursos naturales en el lago de Izabal, entre los cuales se encuentra la especie a estudiar, la cual es altamente apetecida por los comunitarios y por consumidores fuera de la comunidad y ante solicitud de pescadores artesanales de la región a la Universidad a través del CEMA, para que se atienda el problema, se hace necesario dar respuesta al mismo por medio de la presente investigación que tendrá como producto Evaluar el crecimiento de la Chumbimba *Vieja maculicauda* y reproducción en cautiverio con fines de rescate, repoblamiento y producción comercial fase 2 de investigación.

Por lo que la determinación de los beneficiarios directos de la presente investigación serán los usuarios del recurso, así como sus familias las cuales establecen estrategias de sobrevivencia y reproducción social a través de la disponibilidad de recursos dedicados a su alimentación.

Los beneficiarios indirectos de esta investigación serán los usuarios del recurso Chumbimba *Vieja maculicauda* que ocupan otros cuerpos de agua continentales del país, los cuales podrán recibir los beneficios de esta investigación al utilizar datos de importancia en la administración de otros cuerpos de agua.

4. Objetivos

General

Evaluar el comportamiento del pez Chumbimba *Vieja maculicauda* de Izabal en condiciones de cautiverio y contribuir a la producción, preservación y manejo sustentable del recurso.

Específicos:

- a. Evaluar el crecimiento de alevines de chumbimba *Vieja maculicauda*, obtenidos en cautiverio, para determinar una carga óptima de producción.
- b. Capacitar a la comunidad de pescadores con información sobre las técnicas de crecimiento y reproducción de la chumbimba *Vieja maculicauda*, aplicadas en un sistema controlado que permita su comercialización a mediano plazo.
- c. Recomendar un sistema controlado en cautiverio que permita la producción comercial del pez chumbimba *Vieja maculicauda*.
- d. Iniciar un programa de repoblamiento del lago de Izabal mediante la producción en cautiverio de la chumbimba *Vieja maculicauda* con fines de incremento de la población.

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 "ciclido 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. Tolera 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. Los 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 más 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 protráctiles; 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 10mg.l^{-1} de calcio; aguas medianamente productivas las que poseen valores entre 10 y 25mg.l^{-1} y aguas muy productivas las que poseen valores superiores a los 25mg.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 (NO_3), nitrito (NO_2), amoníaco (NH_3), amonio (NH_4), nitrógeno como gas libre (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 aplicada. Se realizó en condiciones de laboratorio el cual se implementará para su funcionamiento en una propiedad particular del Dr. Héctor Torres (ubicada a 20 metros de la zona litoral del lago de Izabal y en desembocadura del Río San José). Esta segunda fase, tuvo una duración de once meses que consistió en evaluar el comportamiento de *La chumbimba Vieja maculicauda* variando las densidades de carga y alimentación con fines de repoblamiento 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.

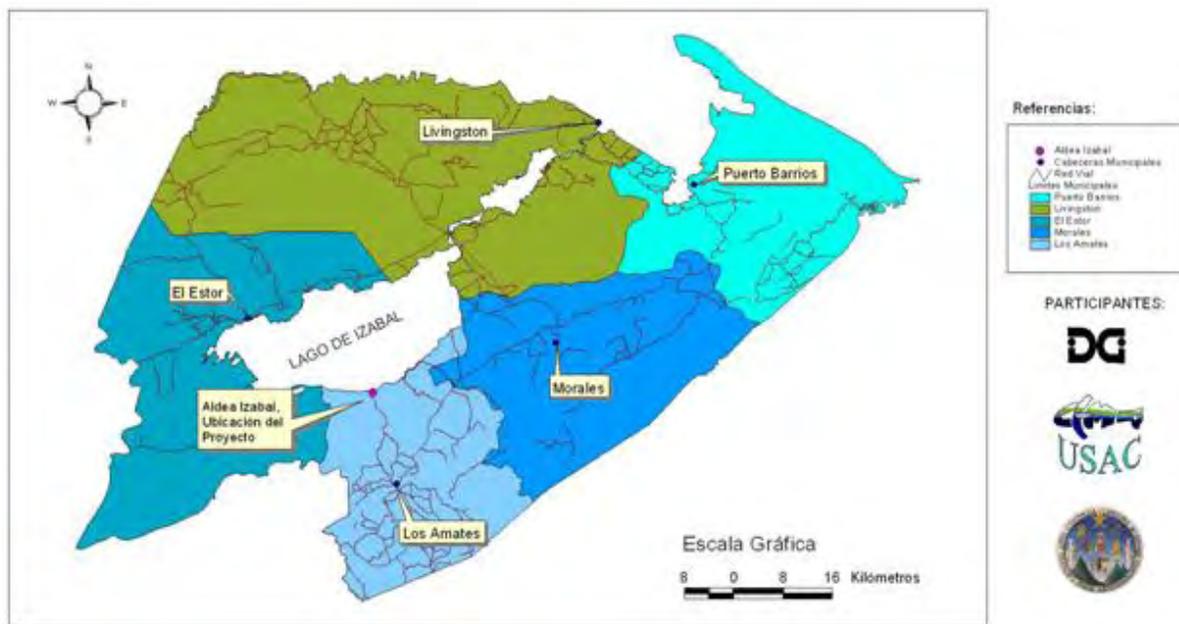


Figura 02. Ubicación de la aldea Izabal Municipio de Los Amates, Izabal.



PARTICIPANTES:



Figura 03. Mapa de ubicación del Proyecto Chumbimba.

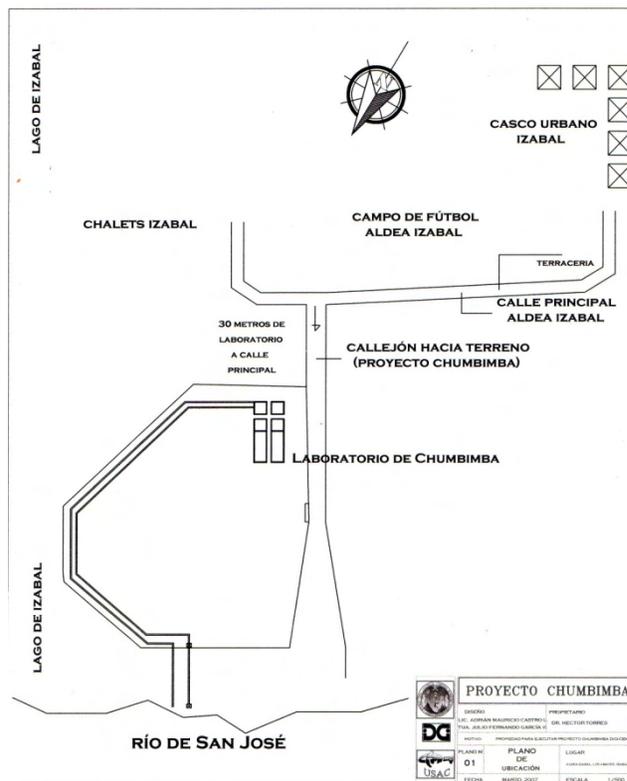


Figura 04. Croquis del área experimental.

8.2. Descripción metodológica

8.2.1. Descripción metodológica:

- Fueron aprovechados los alevines nacidos en el área experimental llevándolos hasta su madures sexual y produciendo alevines netamente domesticados.
- Los estanques se construyeron en la tierra con un revestimiento de plástico polietileno en forma circular de 5 de diámetro por 1.25 m de profundidad.

Las densidades fueron evaluadas de la siguiente manera:

a) Primer sistema:

- Con densidad de 10 org. Por metro cúbico (sin aireación)
- Con densidad de 15 org. Por metro cúbico (sin aireación)
- Con densidad de 20 org. Por metro cúbico (sin aireación)

b) Segundo sistema:

- Con densidad de 10 org. Por metro cúbico (con aireación)
- Con densidad de 15 org. Por metro cúbico (con aireación)
- Con densidad de 20 org. Por metro cúbico (con aireación)

8.2.1.1. Variables e indicadores.

Los parámetros evaluados fueron talla y peso, con un control profiláctico exhaustivo. Estos muestreos se realizaron quincenalmente para evitar el estrés de los organismos. La muestra fue significativa y para ello se corrió un método de estadística que permite hacer análisis de varianza para muestreo.

CuadroNo. 01. variables, indicadores y valoración.

VARIABLES	INDICADORES	VALORACION
CRECIMIENTO	PESO	GRAMOS
	TALLA	CM
Sanidad animal	Infectado	Presencia de paracitos
	No infectado	Ausencia de paracitos
Estrés	Comportamiento	Subjetiva
Comportamiento Reproductivo	Madurez Gonadal	Madurez Presencia de huevos

- A todos los tratamientos se les realizo recambio de agua al mismo tiempo y la misma cantidad.

- El alimento fue proporcionado igual a todos los tratamientos en base a porcentajes de biomasa (igual que las de tilapia), a la misma hora y con las mismas repeticiones. También se respetó los niveles de proteína, según la etapa de crecimiento que se encuentre.

Cuadro No. 02. Tabla de alimentación

Rango en gramos		%
0.5	6	13.00%
6	10	8.00%
10	16	6.00%
16	25	5.00%
25	40	6.00%
40	50	4.50%
60	90	3.00%
90	100	2.90%
100	150	2.80%
150	200	2.55%
200	250	2.30%
250	300	2.15%
300	350	2.00%
350	400	1.90%
400	500	1.80%

Nota: Tablas de alimentación recomendadas en concentrados PURINA para tilapia.

- Se puede hacer muestreo poblacional (para determinar mortalidad) pero no lo recomiendo, los peces se estresan. Al terminar el ciclo se cuentan todos y se determina cuantos quedaron.
- Todo el cultivo tuvo una duración de 6 meses. Al cumplirse la fecha sin lugar a duda la maduración sexual ya se habrá completado, entonces se traslada una muestra de los mejores ejemplares a la sala de maternidad para reproducirlos. Se propone este tiempo para poder alcanzar talla y peso comercial, mayor de 350 gramos.
- Es casi seguro que dentro de los estanques se estén reproduciendo las chumbimbas, esto nos ayudará para determinar a que edad alcanzan la madurez sexual en cautiverio. Por medio de la observación (presencia de alevines) determinaremos en cuanto tiempo se reproducen. Todos los alevines que nacieron durante los 6 meses se vertieron en el lago, contribuyendo al repoblamiento del mismo.
- En el caso de calidad de agua se midió diariamente temperatura y turbidez llevando una bitácora técnica.
- Cada mes se llevo al laboratorio de CEMA muestra de heces y sangre para determinar el estado de salud. No encontrando presencia de parásitos o bacterias nocivas.
- Cada dos meses se realizarán análisis microbiológicos para determinar la presencia de alguna enfermedad infecciosa.

8.2.2. Diseño

8.2.2.1. Descripción de la metodología estadística.

a. Diseño experimental.

se realizó un montaje en campo en estanques circulares distribuidos completamente al azar.

b. Análisis estadístico.

Varianza de medias muestrales.

Sistema 1: sin aireación y solo recambios de agua

Tratamientos: 3 (carga de 10, 15 y 20 peces/m³)

Modelo estadístico para la evaluación de 3 densidades de siembra de la especie *Vieja maculicauda* bajo las condiciones ecológicas de especie nativa presente en el lago de Izabal.

Hipotesis nula.

Ho: El rendimiento en peso y talla de la especie de pez *Vieja maculicauda* es independiente de la densidad de siembra bajo las condiciones ecológicas del lago de Izabal.

Hipotesis alterna.

Ha: El rendimiento en peso y talla de la especie *Vieja maculicauda* depende de la densidad de siembra bajo las condiciones ecológicas del lago de Izabal.

Tratamientos: 3 densidades de siembra: Una de 10 peces por metro cúbico, 15 peces por metro cúbico y 20 peces por metro cúbico.

Unidades Experimentales: Estanques de 5 metros de ancho por 1.25 de profundidad.

Análisis de Varianza: Se realizó un análisis de varianza que nos permitió probar la significancia de las diferencias entre 3 medias de muestra, para el efecto entonces se tomaron muestras simple aleatorias en cada estanque, y el procedimiento para determinar el número de observaciones por estanque fue el siguiente: ahogar

$$n = \frac{NS^2}{\frac{(N-1)B^2}{Z^2} + S^2}$$

N = Población de peces en el estanque.

S = desviación estandar de una muestra preliminar.

Z = Nivel de confianza (se utilizará un 95% de confianza , Z = 1.96).

B = Límite de error (se seleccionará un límite de error de aproximadamente 10%).

Calculo de la varianza entre las medias de las muestras (variación pertinente, es decir variación debida al efecto de los tratamientos).

$$\text{Varianza} = \frac{\sum n_j (X_j - \bar{X})^2}{K - 1}$$

n_j = tamaño de la j-ésima muestra

X_j = Media de la muestra de la j-ésima muestra

\bar{X} = Gran media

K = número de muestras.

Cálculo de la varianza dentro de las muestras (Variación no pertinente, es decir variaciones debidas al error experimental).

$$\text{Varianza} = \sum \left(\frac{n_j - 1}{n_T - K} \right) S_j^2$$

n_j = tamaño de la j-ésima muestra

n_T = Tamaño de la muestra total.

K = número de muestras

S_j^2 = varianza de la muestra de la j-ésima muestra.

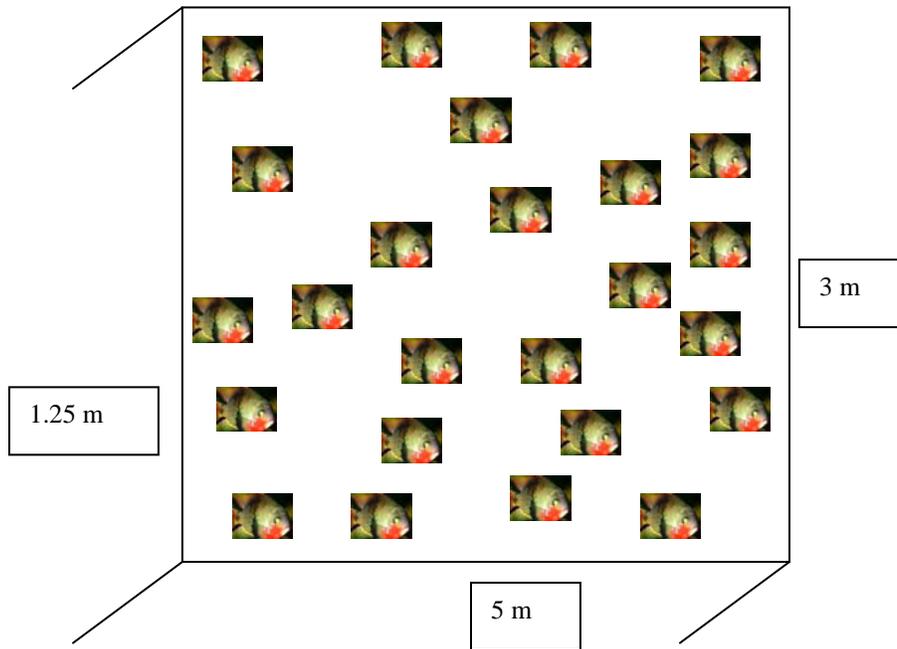
$$FC = \frac{\text{Varianza entre las medias de muestra}}{\text{varianza dentro de las muestras}}$$

Valor crítico en la distribución F.

Número de grados de libertad en la distribución F: (número de muestras -1).

Número de grados de libertad en el denominador de la distribución F: Tamaño de muestra total – número de muestras o tratamientos.

UE
(UNIDAD EXPERIMENTAL VOL 18.75 M³)
EJEMPLO 5 PECES/M³



Muestreo:

Fue necesario realizar muestreos dentro de las unidades experimentales puesto que la manipulación de toda la población aumenta el riesgo de mortalidad de individuos por manejo.

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 al mejor sistema de cultivo a utilizar en la producción de la especie *Vieja maculicauda* en estanques circulares.

9.1. En relación al objetivo 1

- Evaluar el crecimiento de alevines de chumbimba *Vieja maculicauda*, obtenidos en cautiverio, para determinar una carga óptima de producción.

9.1.1. Comparación de promedios en cuanto a peso de las diferentes densidades de siembra, en sistemas con aireación vs sistemas sin aireación.

Como se observan en las figuras 5, 6 y 7 el peso en el sistema de cultivo con aireación empezó a superar al peso con sistema de cultivo sin aireación a partir del segundo mes en las tres densidades evaluadas.

Existiendo para la densidad de 10 org/m³ en el sexto mes una diferencia acumulada de 100 g.

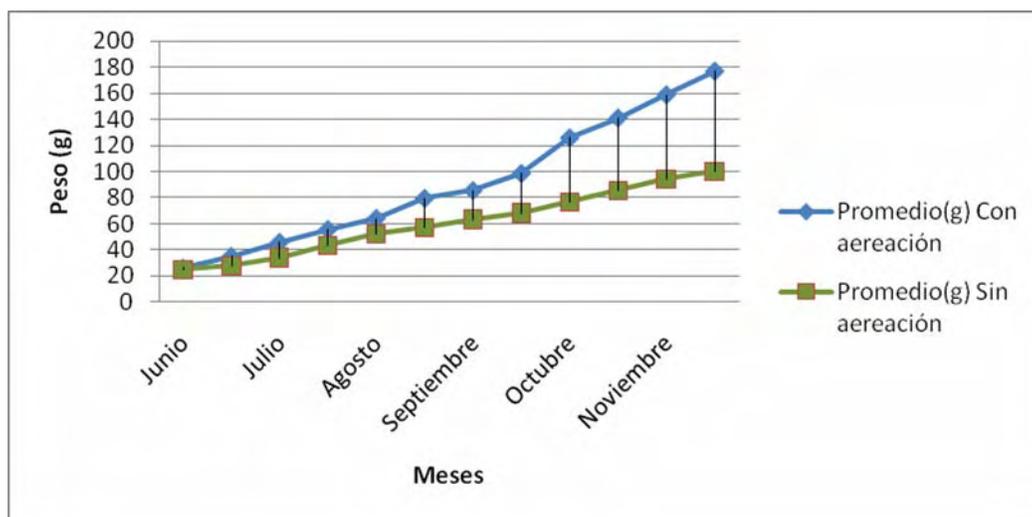


Figura No. 05. Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m³ en sistema con aireación vs sistema sin aireación.

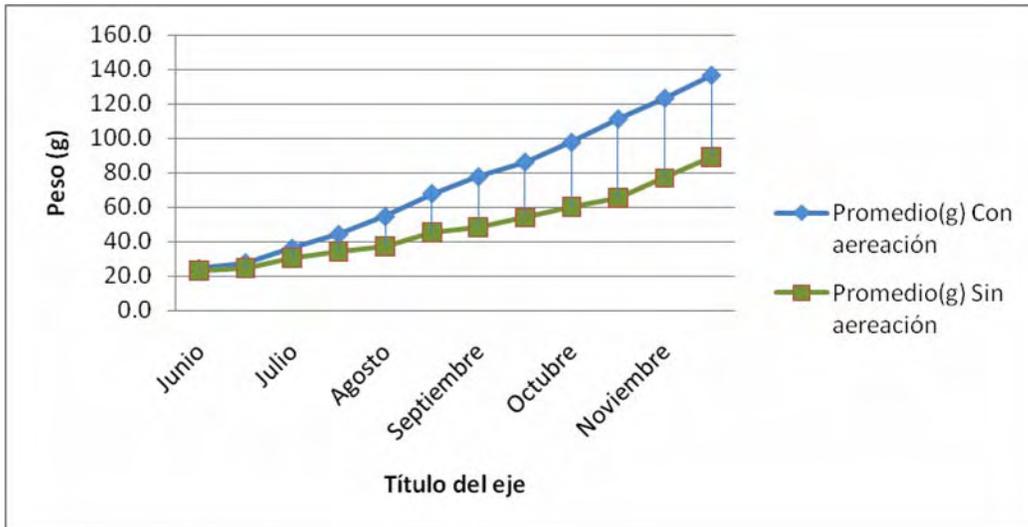


Figura No. 06. Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 15 org/m³ en sistema con aireación vs sistema sin aireación.

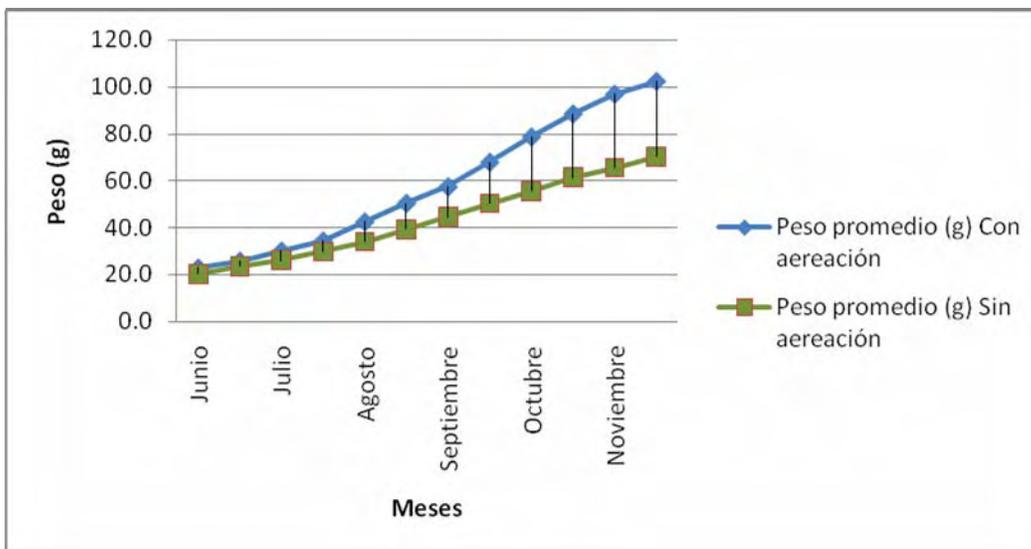


Figura No. 07. Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 20 org/m³ en sistema con aireación vs sistema sin aireación.

9.1.2. Crecimiento en cuanto a peso de tres distintas densidades en un sistema de cultivo con aireación.

Como se puede observar en la figura 8, el comportamiento en cuanto a peso fue aumentando a medida que el tiempo fue transcurriendo, observándose que a mayor densidad menor crecimiento, este fenómeno suele suceder por la competencia entre organismos.

Cuadro No. 03. Promedios de peso de tres densidades diferentes en sistemas con aireación.

	Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
Promedio(g) 10 org/m ³	26.2 9	35.3 8	45.9 6	55.8 7	64.2 9	79.6 5	85.6 3	98.7 1	126.0 0	141.2 4	158.9 7	177.0 4
Promedio(g) 15 org/m ³	24.4	27.6	36.0	44.1	54.4	67.7	77.4	85.9	97.3	111.0	122.9	136.2
Promedio (g) 20 org/m ³	22.8 4	25.7 5	30.0 6	34.3 7	42.4 5	50.3 6	57.3 7	67.8 3	78.59	88.37	96.76	102.1 8

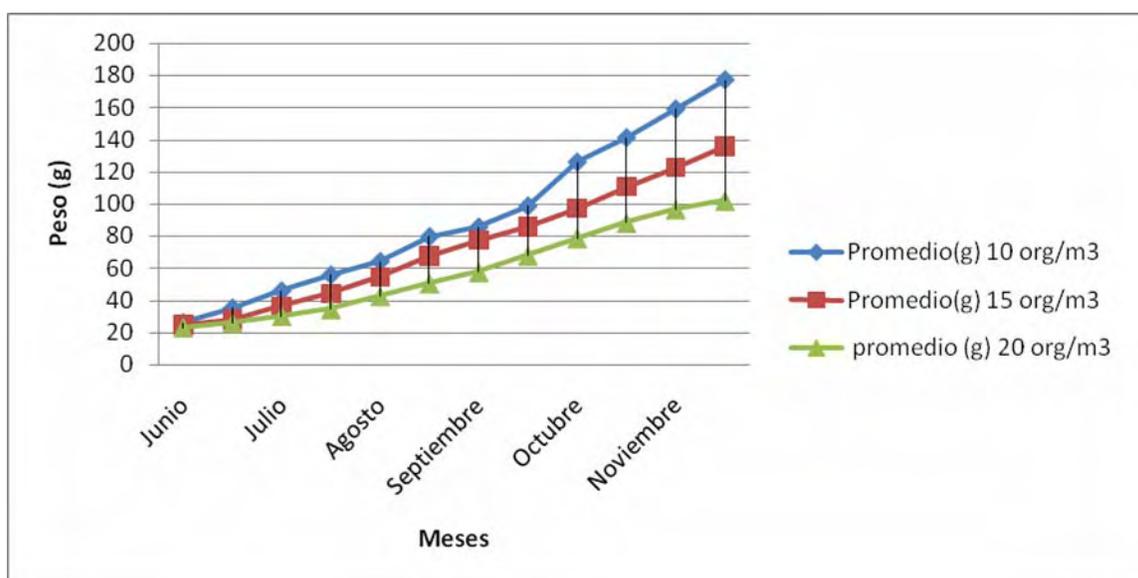


Figura No. 08. Comparación de peso (g) de alevines de Chumbimba con densidades de 10 org/m³, 15 org/m³, 20 org/m³ en sistema con aireación.

9.1.3. Crecimiento en cuanto a peso de tres distintas densidades en un sistema de cultivo sin aireación.

En términos generales como se observa en la figura 9 el sistema sin aireación genero menor crecimiento de los organismo en relación al sistema con aireación.

Cuadro No. 04. Promedios de peso de tres densidades diferentes en sistemas sin aireación.

	Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
Promedio(g) 10 org/m ³	24.78	27.46	33.89	43.33	52.26	56.86	63.34	68.08	76.58	85.67	94.24	100.01
Promedio(g) 15 org/m ³	22.8	24.5	30.3	33.9	37.2	45.3	48.4	53.9	60.1	65.5	76.9	89.26
Promedio (g) 20 org/m ³	20.1	23.4	26.1	29.8	34	39.3	44.5	50.3	55.4	61.3	65.5	70.2

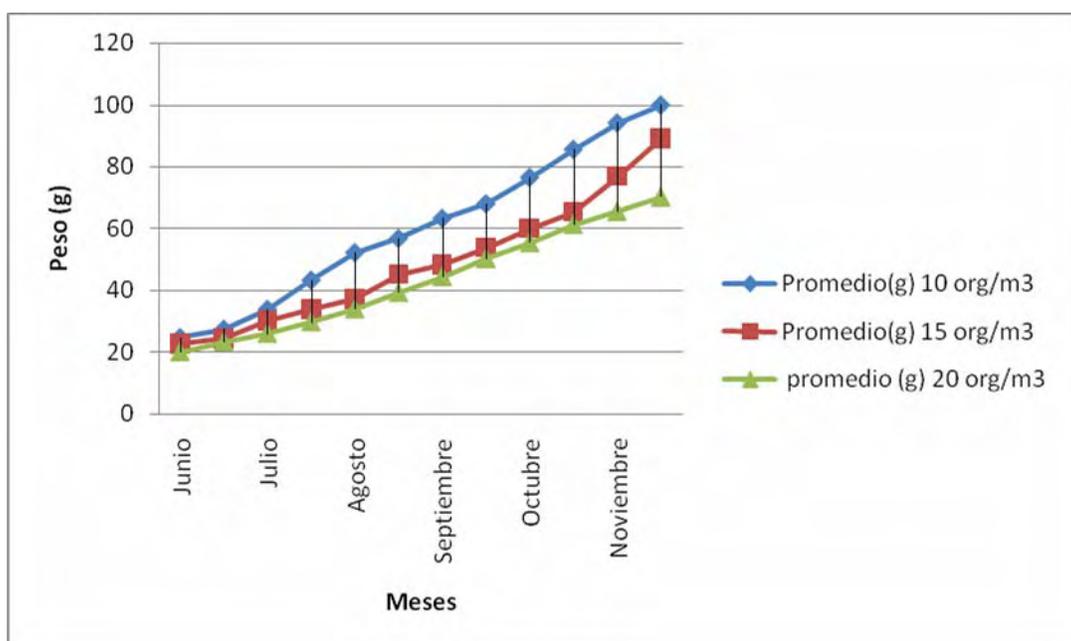


Figura No. 09. Comparación de peso (g) de alevines de Chumbimba con densidades de 10 org/m³, 15 org/m³, 20 org/m³ en sistema sin aireación.

9.1.4. Tendencia del comportamiento de la relación edad de organismos vs peso en tres diferentes densidades bajo un sistema de cultivo con aireación.

Como se puede apreciar en las figuras 10, 11 y 12 en la medida en que transcurrió el tiempo aumento el peso con una alta correlación oscilando entre $R= 0.98$ a $R= 0.99$, por otra parte los valores observados y esperados son bastantes cercanos, el comportamiento en cuanto a peso en las diferentes densidades fue mayor, a medida en que se incremento la densidad disminuyo el peso. Se pueden observar en la grafica 10 y 12 que el peso tomado fue aumentando de forma constante con relación al pronóstico de peso de la tendencia dada por la dispersión de los datos a los 153 días de su siembra.

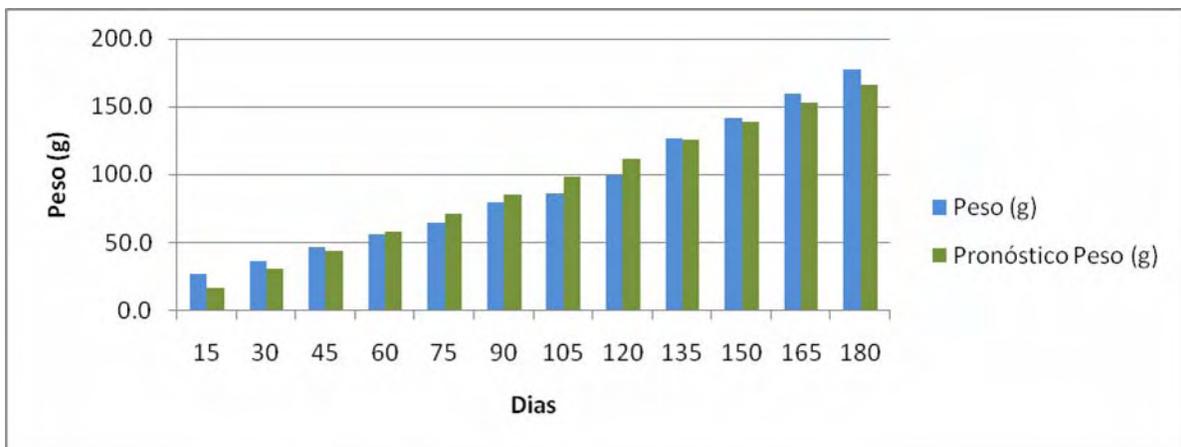


Figura No. 10. Regresión en peso del sistema con aireación teniendo una densidad de 10 org/m3

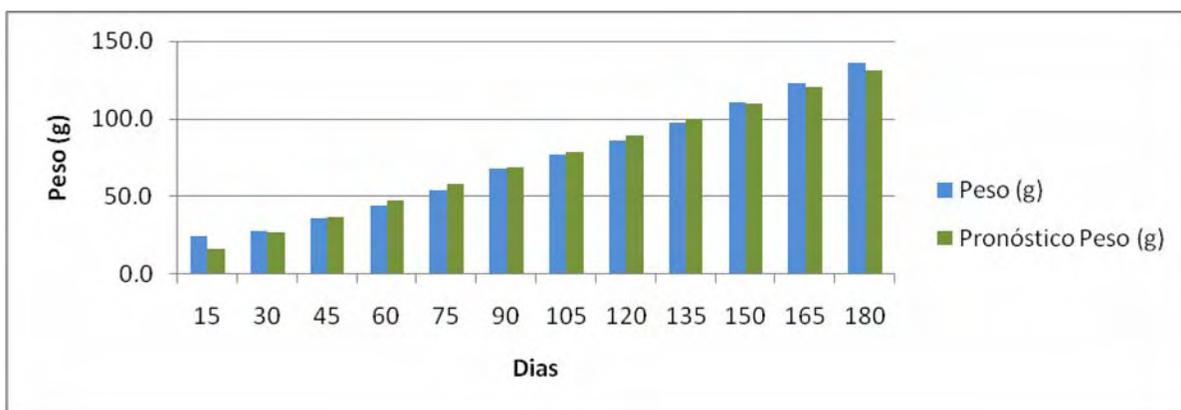


Figura No. 11. Regresión en peso del sistema con aireación teniendo una densidad de 15 org/m3.

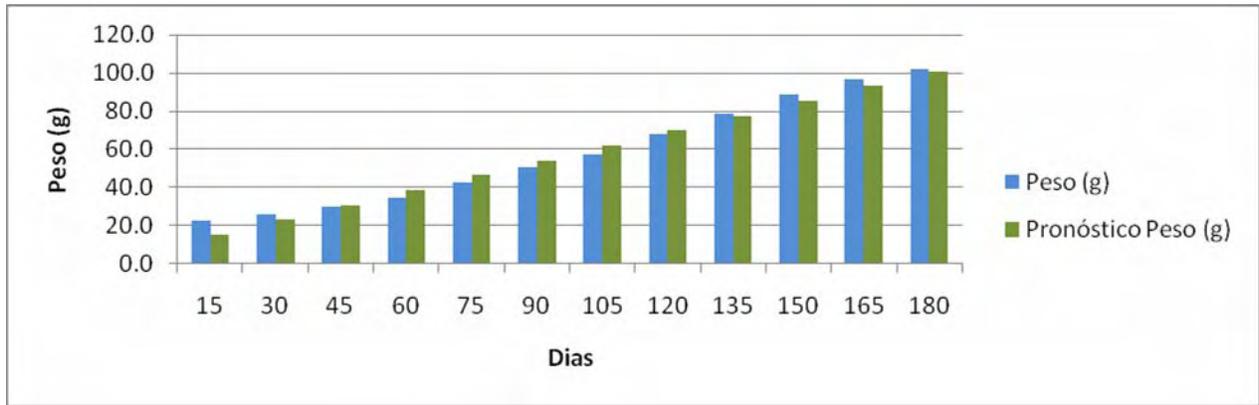


Figura No. 12. Regresión en peso del sistema con aireación teniendo una densidad de 20 org/m³.

9.1.5. Tendencia del comportamiento de la relación edad de organismos vs peso en tres diferentes densidades bajo un sistema de cultivo sin aireación.

Al igual que en el sistema con aireación se puede observar que en las figuras 13, 14 y 15 que corresponden al sistema sin aireación se observó el mismo comportamiento, ya que al transcurrir el tiempo fue aumentando el peso con una alta correlación, siempre manteniéndose los valores de R entre 0.98 y 0.99.

Se puede observar que el comportamiento del peso observado superó al pronóstico de peso cuya expresión se debe a la tendencia dada por la dispersión de los datos, a partir de los 150 días en las densidades de 10 org/m³ y 20 org/m³ en comparación con las densidades de 15 org/m³ que fue a los 135 días.

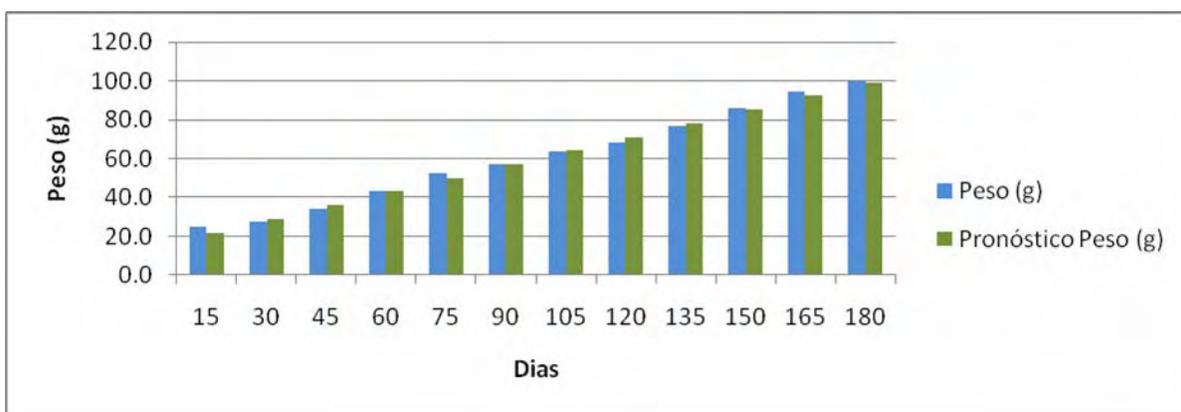


Figura. 13. Regresión en peso del sistema sin aireación teniendo una densidad de 10 org/m³.

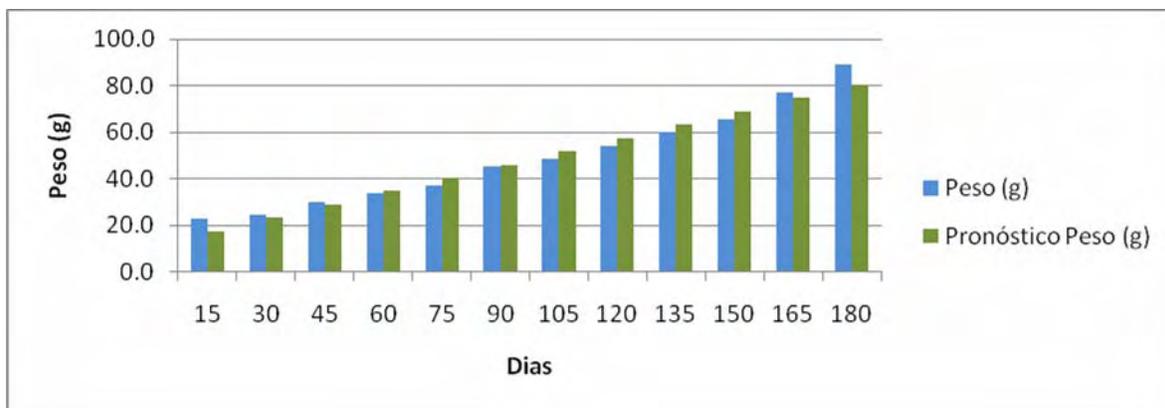


Figura. 14. Regresión en peso del sistema sin aireación teniendo una densidad de 15 org/m³.

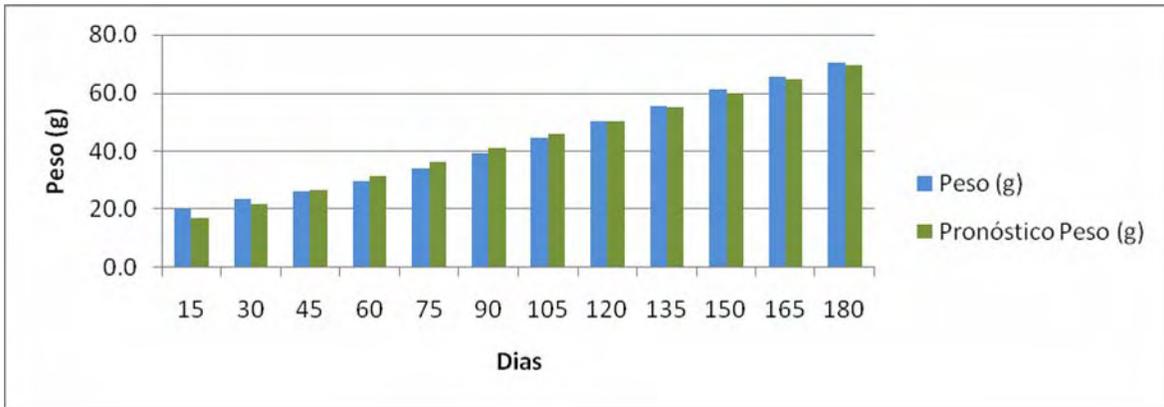


Figura. 15. Regresión en peso del sistema sin aireación teniendo una densidad de 20 org/m³.

9.1.6. Análisis de regresión de diferentes densidades vs peso de los organismos en sistemas con aireación y sin aireación.

Como se esperaba, en la figura 16 y 17 se observa que a medida que aumento la densidad fue menor el peso alcanzado por los organismos en ambos sistemas de cultivo, sin embargo el sistema con aireación presento mejores rendimientos.

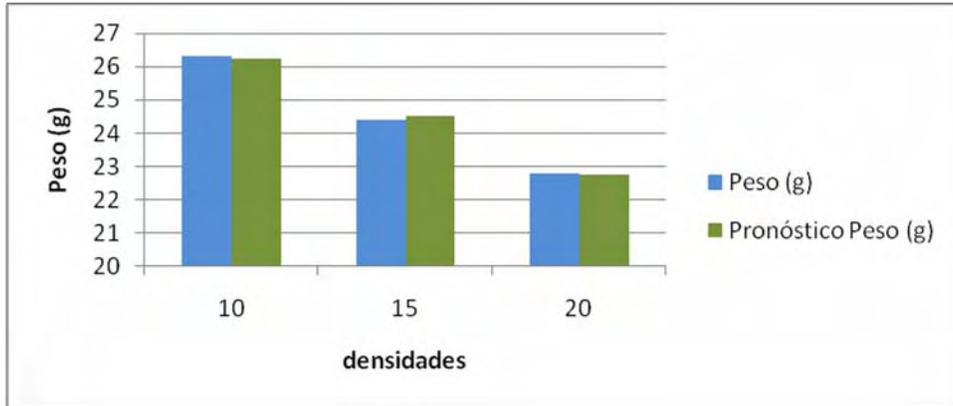


Figura No. 16. Regresión en cuanto a densidad del sistema de cultivo con aireación.

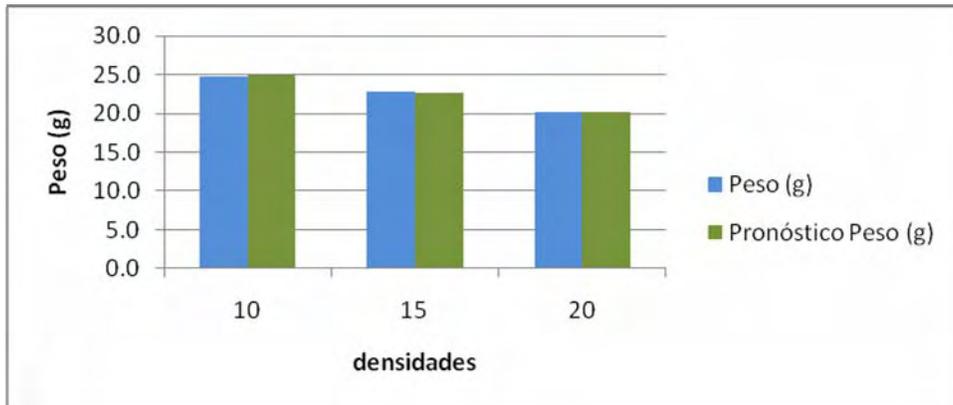


Figura No. 17. Regresión en cuanto a densidad del sistema de cultivo sin aireación.

9.1.7. Análisis estadístico:

Como se planteo en la metodología, tenemos dos hipótesis a aceptar o rechazar, la hipótesis alternativa nos indica a priori que al menos una de las densidades será diferente a las demás dentro del mismo sistema con aireación y sin aireación. Después de realizar el análisis de varianza para un factor de acuerdo con el cuadro numero 5 (sistema con aireación) se observo que la F calculada es mayor que la F tabulada o probabilística lo cual nos indica que existe una alta diferencia significativa entre las densidades a los 90 días de la siembra de los organismos.

Cuadro No. 05. Peso de los organismos a los 90 días de siembra en sistema con aireación.

Sistemas con aireación																				
Densidades	Peso de organismos en (gr)																			
10 org/m3	85	83	80	71	77	79	71	80	80	85	76	73	79	76	71	85	85	85	81	80
15 org/m3	70	68	68	66	65	69	68	70	65	65	67	66	66	66	68	69	67	70	68	71
20 org/m3	48	50	48	49	53	50	49	49	48	51	50	49	49	53	51	54	54	50	49	48

Cuadro No. 06. Varianza de las cuatro densidades de organismos en sistemas de cultivo con aireación.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
10 org/m3	20	1582	79.1	23.88
15 org/m3	20	1352	67.6	3.41
20 org/m3	20	1002	50.1	3.88

Cuadro No. 07. Análisis de varianza.

ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	8530	2	4265	410.3730587	1.43357E-34	3.158842719	

Dentro de los grupos	592.4	57	10.39298246
Total	9122.4	59	

Por otra parte de acuerdo con el cuadro numero 08 (sistema sin aireación) se observó que la F calculada es mayor que la F tabulada o probabilística lo cual nos indica que existe una alta diferencia significativa entre las densidades a los 90 días de la siembra de los organismos.

Cuadro No. 08. Peso de los organismos a los 90 días de siembra en sistema sin aireación.

Sistemas sin aireación																				
Densidades	Peso de organismos en (gr)																			
10 org/m3	56	59	57	57	57	59	56	59	59	57	57	56	56	58	58	57	55	55	55	57
15 org/m3	44	42	44	46	46	40	45	46	45	45	45	46	47	46	45	46	47	45	44	47
20 org/m3	37	40	37	40	39	37	39	39	40	39	41	37	40	39	40	39	38	40	39	40

Cuadro No. 09. Varianza de las cuatro densidades de organismos en sistemas de cultivo sin aireación

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
10 org/m3	20	1140	57	1.79
15 org/m3	20	901	45.05	2.89
20 org/m3	20	780	39	1.47

Cuadro No. 10. Análisis de varianza.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3356.033333	2	1678.016667	817.8448055	1.06655E-42	3.158842719
Dentro de los grupos	116.95	57	2.051754386			

Total	3472.983333	59
-------	-------------	----

En cuanto al cuadro numero 11 (sistema con aireación) se observó al igual que en los cuadros anteriores que la F calculada es mayor que la F tabulada o probabilística lo cual nos indica que existe una alta diferencia significativa entre las densidades a los 180 días de la siembra de los organismos, por lo tanto el sistema con aireación presenta los mejores resultados en la densidad de 10 organismos por metro cúbico.

Cuadro No. 11. Peso de los organismos a los 180 días de siembra en sistema con aireación.

Sistema con aireación																				
Densidades	peso de organismos en /gr)																			
10 org/m3	180	175	175	171	170	180	179	180	180	176	171	177	177	180	181	178	176	176	173	177
15 org/m3	136	140	134	136	135	133	135	132	136	140	135	139	135	135	135	138	140	135	139	136
20 org/m3	97	99	101	98	104	99	103	107	105	104	99	97	100	100	103	100	99	111	105	99

Cuadro No. 12. Varianza de las cuatro densidades de organismos en sistemas de cultivo con aireación

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
10 org/m3	20	3532	176.6	11.09
15 org/m3	20	2724	136.2	5.54
20 org/m3	20	2030	101.5	13.32

Cuadro No. 13. Análisis de varianza.

ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	56508.4	2	28254.2	2830.385589	9.15104E-58	3.158842719	
Dentro de los grupos	569	57	9.98245614				
Total	57077.4	59					

En el cuadro numero 14 (sistema sin aireación) se observó al igual que en los cuadros anteriores que la F calculada es mayor que la F tabulada o probabilística lo cual nos indica que existe una alta diferencia significativa entre las densidades a los 180 días de la siembra de los organismos.

Cuadro No. 14. Peso de los organismos a los 180 días de siembra en sistema sin aireación.

Sistema sin aireación																				
Densidades	Peso de organismos en (gr)																			
10 org/m3	100	99	104	98	100	100	101	99	100	97	106	100	101	101	99	98	99	103	100	97
15 org/m3	89	87	92	88	88	90	92	88	90	87	87	88	90	92	88	90	90	89	88	90
20 org/m3	72	69	73	70	70	70	72	69	73	69	69	67	70	73	71	70	72	70	70	69

Cuadro No. 15. Varianza de las cuatro densidades de organismos en sistemas de cultivo sin aireación

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
10 org/m3	20	2002	100.1	4.936842105
15 org/m3	20	1783	89.15	2.660526316
20 org/m3	20	1408	70.4	2.673684211

Cuadro No. 16. Análisis de varianza.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9023.7	2	4511.85	1317.834743	1.91521E-48	3.158842719
Dentro de los grupos	195.15	57	3.423684211			
Total	9218.85	59				

9.2. En relación al objetivo 2

- Capacitar a la comunidad de pescadores con información sobre las técnicas de crecimiento y reproducción de la chumbimba *Vieja maculicauda*, aplicadas en un sistema controlado que permita su comercialización a mediano plazo.

Durante los once meses de la investigación se logró realizar 6 capacitaciones a 60 personas, entre pescadores, estudiantes de la carrera de acuicultura y personal colaborador directo del proyecto. Los temas que se abordaron son los siguientes:

Cuadro No. 17. Temas de capacitación a pobladores de la aldea Izabalito.

Temas	Sub Temas
Acuicultura	
	Acuicultura en Guatemala
	Generalidades de la Chumbimba
	Sistemas de producción
Selección de áreas para acuicultura	
	Ubicación de sitios
	Características del lugar
	Ambiente
	Antecedentes
	Formato para estudio de sitio
Diseños de estanques	
	Construcción de estanques
	Conducción de agua
	Descarga de agua
Preparación de estanques	
	Fertilización
	Desinfección
Selección de especies a cultivar	
	Especies nativas y/endémicas guatemaltecas
Manejo de sistema de engorde de Chumbimba	
	Compra
	Transporte
	Aclimatación
	Siembra
	Alimentación
	Calidad de agua
	Enfermedades
	Cosecha
	Procesamiento
	Comercialización
Muestreos	
Control de producción	
Costos	
Trabajo de campo	

9.3. En relación al objetivo 3

- Recomendar un sistema controlado en cautiverio que permita la producción comercial del pez Chumbimba *Vieja maculicauda*.

Nos podemos dar cuenta que los mejores resultados se obtuvieron en densidades de producción de 10 organismos por m³ con aireación, es importante recalcar que en un sistema productivo el agua es nuestro factor principal, es decir, que entre mejor calidad de agua (mejor temperatura, mayor oxígeno y menor contaminantes) la producción mejora considerablemente.

Desafortunadamente no podemos recomendar un sistema de producción comercial ya que la Chumbimba *Vieja maculicauda* presenta un crecimiento lento en comparación con la especie introducida Tilapia *Oreochromis nilótica*. En el mejor de los casos se logró organismos de 180 gramos en seis meses de producción.

9.4. En relación al objetivo 4.

- Iniciar un programa de repoblamiento del lago de Izabal mediante la producción en cautiverio de la chumbimba *Vieja maculicauda* con fines de incremento de la población

Cuadro No. 18. Alevines de Chumbimba producidos en año 2008.

Actividad	Cantidad alevines de Chumbimba	Fecha
Primera liberación	5,127	29 de marzo
Segunda liberación	2,809	16 de mayo
Estanque de engorde 1	206	A la fecha
Estanque de engorde 2	309	A la fecha
Estanque de engorde 3	412	A la fecha
Alevines dentro del laboratorio pendientes de liberación.	2,317	22 de agosto

10. Conclusiones

- Se acepta la hipótesis planteada en forma alternativa pues durante la investigación se encontró diferencia altamente significativa entre el sistema de cultivo de organismos de Chumbimba *Vieja maculicauda* con aireación que mostro los mejores resultados cuando fue comparado con el sistema de cultivo sin aireación.
- Dentro del sistema de cultivo con aireación se encontró que la mejor densidad fue la de 10 org/m³ cuando fue analizada mediante prueba de varianza de un factor y sometida a una prueba múltiple de medias.
- La Chumbimba *Vieja maculicauda* presenta crecimientos bajos en relación a la Tilapia, especie introducida guatemalteca
- El mejor sistema de producción presentado en esta investigación es la de 10 organismos por m³ utilizando aireación constante en circulares de 20 m³.
- La Chumbimba *Vieja maculicauda* presenta comportamiento territorial dentro de los recintos de engorde lo que repercute que en mayor densidad menor crecimiento
- Es factible la reproducción en laboratorio de organismos de Chumbimba *Vieja maculicauda* utilizando progenitores nacidos en cautiverio, obteniendo así alevines domesticados.
- Dentro del manejo de la Chumbimba *Vieja maculicauda* en todos los casos de engorde, maternidad y acondicionamiento de organismos presentó excelente aceptación al alimento extrudizado de Tilapia.

11.Recomendaciones

- Se recomienda cultivar organismos de Chumbimba *Vieja maculicauda* con aireación utilizando densidades de 10 org/m³.
- Iniciar con un programa de mejoramiento genético de la Chumbimba *Vieja maculicauda* para incrementar su viabilidad técnica y económica de los sistemas de producción.
- Hacer estudios que permitan aumentar la capacidad reproductiva de *Vieja maculicauda* en condiciones de cautiverio.

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. 2001.
2. 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. 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. Reproductores de *Vieja maculicauda*.



Figura No. 2 A. Alevines de *Vieja maculicauda* obtenidos en cautiverio.



Figura No. 3 A. Estanques circulares del área experimental.



Figura No. 4 A. Fase se colocación de tubería.



Figura No. 5 A. Cortado de plástico salinero para revestimiento de estanques.



Figura No. 6 A. Cortado de plástico salinero para revestimiento de estanques.



Figura No. 7 A. Alevines de *Vieja maculicauda* para incorporación en estanques.

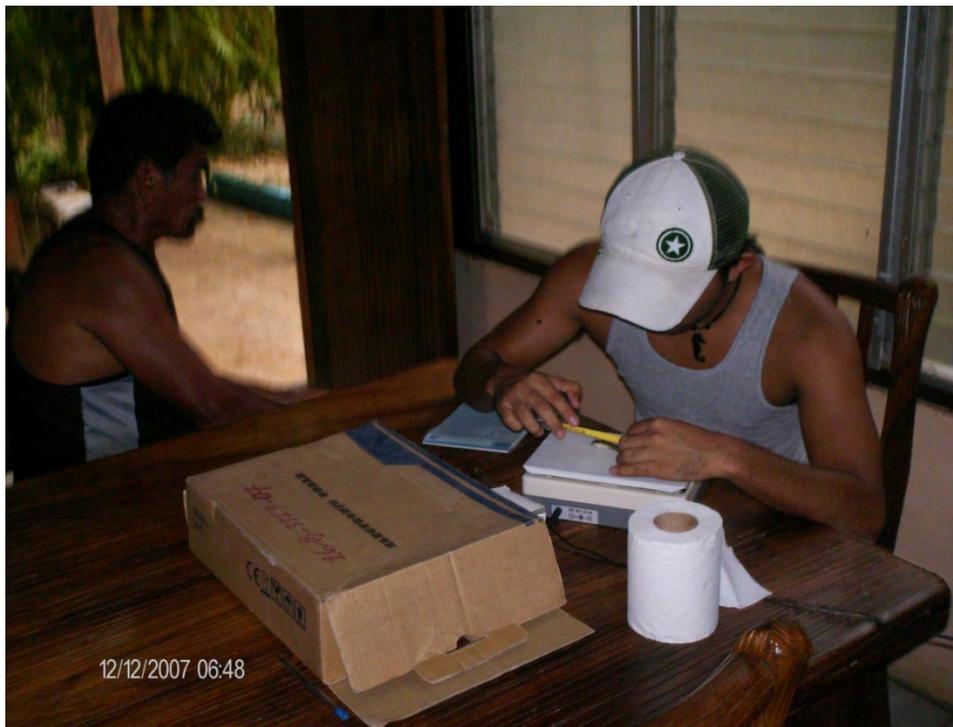


Figura No. 8 A. Tomad de datos en cuanto a talla y peso de alevines de *Vieja maculicauda*.



Figura No. 9 A. Toma de datos en cuanto a talla de alevín de *vieja maculicauda*.



Figura No. 10 A Alevines de *Vieja maculicauda* para programa de repoblamiento.



Figura No. 11 A Alevín de *Vieja maculicauda*



Figura No. 12 A. Titular de investigación en programa de repoblamiento de *Vieja maculicauda*.



Figura No. 13 A. Equipo de trabajo del proyecto Determinación de un sistema óptimo de producción y reproducción de Chumbimba *Vieja maculicauda* en cautiverio a través de dos sistemas experimentales. Con fines de rescate, repoblamiento y producción comercial fase 2 de investigación.

Cuadro No. 1 A . Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m³ en sistema con aireación

Organismos con aireacion.												
No.	Mes de junio		Mes de julio		Mes de agosto		Mes de septiembre		Mes de octubre		Mes de noviembre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	25	37	46	56	65	85	88	100	133	145	150	180
2	26	39	50	55	69	83	85	112	130	140	165	175
3	28	33	50	58	65	80	85	99	128	139	154	175
4	25	37	48	58	65	71	85	91	130	144	154	171
5	25	35	40	59	71	77	89	114	133	144	166	170
6	26	33	48	55	64	79	88	100	122	140	170	180
7	25	33	50	57	66	71	83	100	126	140	167	179
8	25	33	48	52	69	80	83	111	122	140	155	180
9	29	38	45	58	66	80	85	98	122	140	155	180
10	25	35	40	55	65	85	87	99	134	139	155	176
11	28	39	49	55	61	76	80	96	130	145	163	171
12	26	36	49	52	68	73	88	95	120	147	159	177
13	28	33	46	59	67	79	86	93	126	139	150	177
14	24	39	43	57	60	76	86	99	129	135	170	180
15	29	36	48	60	60	71	84	99	126	140	156	181
16	29	34	46	62	64	85	86	96	126	138	156	178
17	25	31	49	58	69	85	87	94	131	140	150	176
18	24	37	44	53	64	85	86	91	122	149	162	176
19	24	33	50	55	62	81	86	100	121	147	169	173
20	26	36	40	50	60	80	89	111	128	137	166	177
Promedio	26.1	35.35	46.45	56.2	65	79.1	85.8	99.9	126.95	141.4	159.6	176.6

Cuadro No. 2 A. Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m³ en sistema sin aireación

Organismos sin aireacion.												
No.	Mes de junio		Mes de julio		Mes de agosto		Mes de septiembre		Mes de octubre		Mes de noviembre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	24	27	30	40	50	56	60	69	77	80	89	100
2	24	26	33	40	55	59	63	70	75	89	94	99
3	26	28	36	46	53	57	60	70	76	83	96	104
4	28	28	33	46	55	57	65	66	76	86	94	98
5	26	28	33	45	55	57	60	67	76	85	96	100
6	24	30	29	46	55	59	60	66	72	84	96	100
7	24	25	34	45	50	56	62	69	74	86	96	101
8	27	28	37	45	50	59	66	67	79	86	98	99
9	26	30	36	40	55	59	66	69	77	86	93	100
10	25	30	36	47	53	57	63	66	77	83	93	97
11	25	26	33	44	50	57	62	68	75	87	95	106
12	25	28	30	44	50	56	66	71	78	84	92	100
13	26	28	34	44	50	56	64	66	74	84	92	101
14	28	30	30	40	50	58	60	69	76	87	90	101
15	23	25	30	44	55	58	60	68	76	88	96	99
16	24	27	34	45	53	57	64	66	77	87	94	98
17	24	26	34	47	55	55	64	66	77	84	96	99
18	23	26	37	43	55	55	64	70	74	84	99	103
19	24	28	34	40	53	55	65	69	79	86	94	100
20	22	25	36	40	50	57	60	70	77	88	93	97
Promedio	24.9	27.45	33.45	43.55	52.6	57	62.7	68.1	76.1	85.35	94.3	100.1

Cuadro No. 3 A. Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 15 org/m³ en sistema con aireación

Organismos con aireacion.												
No.	Mes de junio		Mes de julio		Mes de agosto		Mes de septiembre		Mes de octubre		Mes de noviembre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	24	26	33	44	50	70	80	86	104	110	122	136
2	23	28	30	47	55	68	77	90	90	117	126	140
3	24	28	35	43	53	68	74	86	102	115	120	134
4	24	28	32	45	55	66	77	84	95	111	124	136
5	27	26	33	43	51	65	77	84	100	110	126	135
6	23	27	33	46	50	69	75	84	100	110	120	133
7	25	27	37	44	50	68	78	86	90	108	122	135
8	24	27	37	47	57	70	76	85	95	106	120	132
9	24	29	34	44	59	65	76	85	95	106	120	136
10	23	28	38	45	52	65	75	86	95	116	120	140
11	24	28	33	42	58	67	77	84	103	109	125	135
12	26	29	36	40	58	66	77	86	99	111	126	139
13	25	29	38	40	52	66	79	85	100	113	126	135
14	25	27	38	45	55	66	76	87	99	116	126	135
15	24	28	35	43	55	68	82	89	99	111	123	135
16	26	26	37	42	55	69	80	85	96	106	125	138
17	24	26	37	44	53	67	80	85	100	107	125	140
18	24	26	35	44	54	70	78	86	95	114	120	135
19	25	29	36	46	54	68	76	87	99	118	122	139
20	24	28	37	49	55	71	76	89	95	113	124	136
Promedio	24.4	27.5	35.2	44.15	54.05	67.6	77.3	85.95	97.55	111.35	123.1	136.2

Cuadro No. 4 A. Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m³ en sistema sin aireación

Organismos sin aireacion.												
No.	Mes de junio		Mes de julio		Mes de agosto		Mes de septiembre		Mes de octubre		Mes de noviembre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	23	26	30	36	39	44	48	56	59	66	79	89
2	24	25	33	34	37	42	49	54	57	64	75	87
3	23	25	32	36	34	44	48	52	60	68	77	92
4	25	22	30	31	37	46	47	54	57	67	80	88
5	27	25	30	36	37	46	47	54	59	65	77	88
6	23	25	30	36	37	40	50	56	58	64	73	90
7	23	25	31	37	38	45	50	53	58	61	79	92
8	24	22	29	34	38	46	50	55	60	68	77	88
9	21	26	28	34	36	45	48	55	61	66	81	90
10	20	23	33	34	39	45	48	53	59	65	75	87
11	26	26	33	33	39	45	50	54	60	67	80	87
12	25	24	30	30	34	46	47	56	60	63	73	88
13	23	24	29	34	37	47	47	55	63	64	77	90
14	23	24	32	36	37	46	48	54	60	66	70	92
15	20	26	30	34	37	45	47	54	60	66	76	88
16	23	23	29	33	37	46	48	52	62	66	80	90
17	23	25	33	33	39	47	48	53	59	67	77	90
18	24	23	28	36	37	45	50	52	60	65	77	89
19	20	25	30	32	36	44	47	54	60	67	82	88
20	23	26	29	33	37	47	48	52	62	67	77	90
Promedio	23.15	24.5	30.45	34.1	37.1	45.05	48.25	53.9	59.7	65.6	77.1	89.15

Cuadro No. 5 A. Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 20 org/m³ en sistema con aireación

Organismos con aireacion.												
No	Mes de junio		Mes de julio		Mes de agosto		Mes de septiembre		Mes de octubre		Mes de noviembre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	23	24	30	33	44	48	55	66	77	89	94	97
2	24	23	28	35	40	50	56	69	77	85	90	99
3	22	25	31	34	42	48	58	68	79	87	96	101
4	22	26	29	34	42	49	59	64	76	88	90	98
5	23	28	30	36	47	53	57	65	78	90	90	104
6	24	23	30	35	40	50	56	68	79	88	97	99
7	20	25	28	30	40	49	56	70	77	88	98	103
8	22	25	31	34	40	49	58	66	80	88	98	107
9	23	26	30	36	45	48	57	68	83	90	98	105
10	23	25	30	33	42	51	57	69	77	86	95	104
11	22	26	29	35	47	50	56	70	79	87	98	99
12	23	25	33	34	43	49	59	72	76	87	99	97
13	22	25	31	34	40	49	58	69	77	90	95	100
14	24	28	28	37	40	53	57	66	77	89	98	100
15	22	24	29	33	46	51	59	68	77	89	97	103
16	22	26	31	34	42	54	55	64	79	86	95	100
17	24	28	30	35	45	54	57	66	82	88	95	99
18	23	25	30	35	40	50	58	66	79	89	99	111
19	23	27	29	33	41	49	60	68	76	90	97	105
20	24	25	30	34	41	48	55	70	80	90	95	99
Promedio	22.75	25.45	29.85	34.2	42.35	50.1	57.15	67.6	78.25	88.2	95.7	101.5

Cuadro No. 6 A. Peso (g) de alevines de Chumbimba con una densidad de 10 org/m³ en sistema sin aireación

Organismos sin aireacion.												
No.	Mes de junio		Mes de julio		Mes de agosto		Mes de septiembre		Mes de octubre		Mes de noviembre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	20	24	27	32	35	37	43	48	53	58	67	72
2	22	22	24	29	33	40	46	53	55	61	62	69
3	19	25	26	27	35	37	44	49	57	64	66	73
4	20	23	28	30	33	40	43	48	55	62	64	70
5	20	23	27	34	33	39	43	49	55	60	62	70
6	19	25	24	33	36	37	47	50	53	60	66	70
7	19	24	26	30	36	39	46	50	55	64	64	72
8	22	24	23	30	33	39	44	53	53	65	67	69
9	21	23	27	28	35	40	43	50	56	63	66	73
10	19	25	26	30	34	39	44	49	54	64	64	69
11	20	23	28	29	33	41	46	52	58	64	65	69
12	20	23	27	29	33	37	46	53	55	58	65	67
13	19	24	27	30	35	40	43	50	53	60	65	70
14	22	23	26	30	34	39	45	50	55	62	64	73
15	19	25	26	28	34	40	45	50	57	59	62	71
16	19	23	26	30	35	39	47	49	57	59	65	70
17	19	22	25	29	36	38	44	49	56	60	68	72
18	20	23	28	29	34	40	44	50	54	60	67	70
19	22	24	24	32	33	39	43	50	56	63	67	70
20	20	22	26	33	33	40	45	49	57	60	67	69
Promedio	20.1	23.5	26.1	30.1	34.2	39.0	44.6	50.1	55.2	61.3	65.2	70.4

