



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



INFORME FINAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Adaptabilidad de la especie de róbalo (*Centropomus robalito*) a condiciones controladas de cultivo

GUATEMALA, 2,012

Programa:

Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición
–PRUNIAN–

- **Título del proyecto:**

Adaptabilidad de la especie de róbalos (*Centropomus robalito*) a condiciones controladas de cultivo.

- **Integrantes del Equipo de Investigación:**

Coordinadora: M.Sc. Vivian Michelle Rinze Turton

Investigadora: M.Sc. Irene Franco Arenales

Investigador: Lic. Gabriel Antonio Rivas Say

Apoyo técnico: T.A. Iris Monroy Castañeda

Apoyo técnico: Eunice Sical Gámez

Apoyo Estudiantil: José Ramón González Marcucci, Johanes Pérez Bruckweh,
María José Mendoza Arzu y Luis Javier Barrera Nufio

- **Fecha de Ejecución del Proyecto:**

Febrero – Diciembre 2,012

- **Instituciones Participantes y Co-Financiantes**

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Dirección General de Investigación

ÍNDICE GENERAL

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	3
III.	Justificación	6
IV.	Objetivos	8
4.1.	Objetivo General	8
4.2.	Objetivos Específicos	8
V.	Metodología	9
5.1	Generalidades	9
5.2	Método, técnicas e instrumentos	10
5.2.1	Fases de Desarrollo del Proyecto	10
VII.	Resultados	14
6.1	FASE I: Implementación de Infraestructura	14
6.2	FASE II: Recolección de Organismos	14
6.3	FASE III y IV: Alimentación y Muestreos	15
6.4	FASE V: Control del proyecto	22
VIII.	Discusión	26
7.1	Fase I: Implementación de Infraestructura	26
7.2	Fase II: Recolección de Organismos	26
7.3	Fase III y IV: Alimentación y Muestreos	27
7.4	Fase V: Control del proyecto	29
IX.	Conclusiones	34
X.	Recomendaciones	35
XI.	Bibliografía	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	Ubicación Estación Experimental CEMA, Monterrico, Taxisco, Santa Rosa.	9
Figura No. 2	Captura de semilla, en el Canal de Chiquimulilla	14
Figura No. 3	Comportamiento de talla pileta 1	19
Figura No. 4	Comportamiento de peso pileta 1	19
Figura No. 5	Comportamiento de talla pileta 2	20
Figura No. 6	Comportamiento de peso pileta 2	20
Figura No. 7	Comportamiento de talla pileta 3	21
Figura No. 8	Comportamiento de peso pileta 3	21
Figura No. 9	Mantenimiento y limpieza de pilas	22
Figura No.10	Nitritos reportados durante el periodo de cultivo	23
Figura No.11	Nitratos reportados durante el periodo de cultivo	23
Figura No.12	Fosfatos reportados durante el periodo de cultivo	24
Figura No.13	Turbidez reportada durante el periodo de cultivo	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1	Boleta de control de alimento	12
Tabla No. 2	Boleta de Muestreo Peso (gr) y Talla (cm) semanal	12
Tabla No. 3	Boleta de control biométrico	13
Tabla No. 4	Control de Cultivo, Pileta 1.	15
Tabla No. 5	Control de Cultivo, Pileta 2	16
Tabla No. 6	Control de Cultivo, Pileta 3.	17
Tabla No. 7	Factor de Conversión Alimenticio	18
Tabla No. 8	Peso y talla promedio	18

RESUMEN

La acuicultura marina en Guatemala se ha limitado al cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei*, principalmente en la costa del pacífico. La diversificación de especies marinas para cultivo ha tomado importancia en la búsqueda de alternativas productivas que promuevan el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones costeras, ya que su actividad productiva se restringe principalmente a la pesca artesanal y algunas pequeñas producciones de camarón.

Producto de esto resulta imprescindible generar investigación científica que permita establecer bases para el cultivo de especies potenciales como lo es el róbalo *Centropomus robalito*, que tiene importantes potencialidades en los mercados a nivel nacional e incluso internacional.

Este proyecto de investigación se desarrolló en la Estación Experimental del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, ubicado en la Aldea de Monterrico, Municipio de Taxisco, Departamento de Santa Rosa, cofinanciado por la Dirección General de Investigación -DIGI-.

El propósito fundamental del proyecto fue evaluar las condiciones físicas básicas que requiere el róbalo (*Centropomus robalito*) para el desarrollo de un nuevo tipo de cultivo. Esta tecnología puede ser adoptada en un futuro por productores acuícolas en el área rural del país, así como por pescadores artesanales como una posibilidad de reconversión productiva. Este proyecto generó las bases para la adaptación del róbalo, como nueva especie marina para la seguridad alimentaria.

El proyecto se desarrolló en un periodo de 11 meses para determinar las condiciones de adaptabilidad del róbalo (*Centropomus robalito*) al cultivo, como etapa inicial en el planteamiento de una opción productiva de desarrollo acuícola

en el pacífico guatemalteco. A través de definir las condiciones físicas requeridas para la adaptabilidad y manejo del róbalo, además del tiempo de adaptabilidad del al consumo de alimento suplementario.

Se recolectaron del medio natural juveniles de róbalo los cuales fueron separados por tallas y colocados en piletas de concreto previo a su aclimatación. El alimento durante el periodo de investigación consistió alimento completo para tilapia de 38% de proteína cruda y suplementario basado en trozos de atún, aceite de hígado de tiburón y camarón vivo para balancear la dieta.

Como parte del control del proyecto se llevó una bitácora para registro de los cambios diarios observados en los organismos con la finalidad de obtener un control sobre cada uno de los parámetros físicos y químicos del agua, así como los cambios en el proceso de engorda de los peces. Para esto se realizaron muestreos morfométricos quincenales y limpieza de las pilas para evitar la proliferación de microalgas en las paredes de las mismas.

Los principales resultados obtenidos reportaron una sobrevivencia durante el período de investigación en promedio de 64% considerándose aceptable, para la etapa de adaptación de una especie silvestre al cautiverio. Así mismo no se reportó ninguna patología lo cual podría indicar la adaptabilidad de esta especie.

En el desarrollo del cultivo se manejaron 3 densidades de siembra, sin embargo la de 2 organismos por m² fue la que presento mejores rendimientos, ya que los factores de competencia por alimento y espacio se ven minimizados. Se determinó un factor de conversión alimenticia FCA en un rango de 1.29 a 0.43 variable que podría haber sido afectada por la densidad poblacional y la misma adaptación de la especie.

En cuanto a la calidad de agua los parámetros físico-químicos evaluados en el período de investigación se encuentran en los límites aceptables para el desarrollo de especies acuáticas, por lo cual esto no constituyó una limitante para la especie.

Es importante mencionar que la especie en estudio no presentó durante este período de investigación, patrones de agresividad ni canibalismo, considerándose como una especie dócil para el cautiverio.

Por último la suma de todas las variables evaluadas indicaron que el tiempo de adaptabilidad del róbalo *Centropomus robalito* al consumo de alimento suplementario bajo las condiciones de esta investigación fue de 5 meses.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la acuicultura ha ido adquiriendo importancia dentro de las opciones productivas a nivel mundial, considerándose como motor de desarrollo de áreas rurales y de importancia en la generación de ingresos a nivel nacional.

En Guatemala se han trabajado en su mayoría cultivos dulceacuícolas, especialmente en especies como tilapia y carpa, otros cultivos que se llevan a cabo son los de agua salobre, trabajando únicamente el cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei*.

Considerando la importancia de buscar alternativas económicas y productivas que favorezcan las condiciones de calidad de vida de los guatemaltecos es importante incidir con nuevas opciones de cultivo, tomando en cuenta que la investigación es el primer paso para iniciar estos procesos.

Debido a que la especie Centropomidae (róbalos) posee gran aceptación a nivel nacional y mundial en los mercados para consumo humano, se desarrolló la presente investigación para sentar las bases de adaptabilidad de la especie *Centropomus robalito*.

Esta especie de robalos pertenece a la familia Centropomidae y habita áreas tropicales. Es considerada como un producto de alta calidad, sin embargo, esta especie ha sido llevada a tal límite de captura y aprovechamiento, que las poblaciones que se encuentran en el medio natural no son capaces de renovar eficientemente sus stocks naturales de acuerdo a su ciclo biológico, dando como resultado una disminución en los volúmenes de captura, una situación de riesgo a la renovación de los stocks naturales y un detrimento de la actividad productiva de los pescadores.

Desarrollar acuicultura es una forma armoniosa de poder darle un descanso a la actividad de captura realizada. Este proyecto en un lapso de 11 meses aportó información científica que evidencia la factibilidad técnica para la adaptabilidad de esta especie en condiciones controladas y la posibilidad de considerar la transferencia tecnológica a pequeños y medianos productores a largo plazo.

En el corto plazo, esta investigación justifica su importancia ya que, en la medida en que se domine la técnica de adaptación y engorde de la especie en cautiverio, se logrará incentivar a los productores potenciales de la costa pacífica de Guatemala en esta nueva alternativa productiva. Así mismo la Universidad de San Carlos a través del CEMA estableciendo una nueva línea científica en el tema de piscicultura marina, en los tres ejes: docencia, investigación y extensión.

II. ANTECEDENTES

La Facultad de Ciencias de la UNAM a través del Laboratorio de Ecología y Biología Marina Experimental ha desarrollado diversos proyectos de investigación básica y aplicada para implementar técnicas , métodos de captura y traslado, así como investigaciones relacionadas con la reproducción en cautiverio que permitan conocer con mayor profundidad al robalo blanco (*C. undecimalis*).

Los estudios que se han realizado en la Facultad de Ciencias de la UNAM sobre maduración en cautiverio han mostrado que la reproducción en condiciones controladas es posible. Hay tres aspectos prioritarios en el estudio de esta especie que deben de tomarse en cuenta: la reproducción en cautiverio, la cría de larvas y la engorda en sistemas intensivos o semi intensivos.

El laboratorio de investigación y desarrollo tecnológico para el cultivo de peces marinos cuenta con un área de reproducción de 66.88m² con un sistema de recirculación para el mantenimiento de un lote de reproductores de robalo blanco *Centropomus undecimalis* capturados en noviembre del 2006. El agua marina fue bombeada a las instalaciones en tierra procedente de la cuña de agua marina del margen del río Jamapa, en donde la calidad y la salinidad es ampliamente variada a lo largo del año. La especie presentó alta resistencia al manejo y una sobrevivencia del 100% durante los siete meses que llevaban en cautiverio en ese momento. Posterior a eso las evaluaciones se proyectarían a la madurez e inducción al desove del róbalo mediante el uso de hormonas. (Cervantes, M. et al. 2006)

El trabajo fue desarrollado en el parque ecológico “Juan Bautista Caldera” de la Fundación Sandoval Caldera, en la Esla del Carmen, Campeche, a partir de marzo de 1997 con una duración de 118 días. Al final se constató una sobrevivencia del 90% para los 3 estanques; alcanzando una longitud total de 17.38 cm, 16.09 cm y 15.08 cm; un peso total de 26.46 g, 24.48 g y 19.86 g; y un factor de conversión alimenticia promedio de 2.37, 1.76 y 2.2, respectivamente. (Amador, L. et al. 1998)

Por la importancia económica del Robalo (*Centropomus undecimalis*) y del Chucumite (*Centropomus parallelus*) en México, se realizó un estudio para evaluar el crecimiento de estas especies en agua dulce. La velocidad de crecimiento en talla fue semejante en estas especies: 0.063 y 0.085 para el Robalo y el Chucumite, en forma respectiva; sin embargo, el crecimiento en peso del Chucumite mostró mayor velocidad que el de Robalo 0.273 y 0.179, bajo un sistema de alimentación ad libitum en condiciones de estanque de concreto en agua dulce en 365 días. (Zarza, E. et al. 2006)

Con el objetivo de establecer prácticas de manejo de progenitores de róbalo *Centropomus undecimalis* (peso medio inicial de 960 g), se desarrollaron tres etapas en su preparación durante 18 meses. Posteriormente y previo a la etapa de maduración, se suministró una dieta semihúmeda enriquecida durante 3 meses. Finalmente, se suministró un alimento balanceado seco por un periodo de 12 meses. Este estudio concluyó en que la frecuencia de alimentación influye en la dinámica del apetito de los progenitores de róbalo. Es más conveniente alimentar tres veces a la semana, en días alternos. La tasa de crecimiento diaria es mayor en las hembras (0.87 g/día) que en los machos (0.52 g/día) y por último se estableció que los progenitores de róbalo consumen aproximadamente el 1.6 del porcentaje de la biomasa en base seca. (Fraga, I. et al. 2006)

Este trabajo tuvo como principales objetivos el confirmar el periodo del año en que el Róbalo entra al Lago de Nicaragua remontando el Río San Juan. Así mismo la elaboración de un instrumento legal que establezca el período y forma de aprovechamiento sostenible de los róbalo del Río San Juan y el Gran Lago de Nicaragua, instituyendo los procedimientos que faciliten la Administración de este recurso a través de los Gobiernos Locales.

Las conclusiones y recomendaciones están basadas en una muestra de 4,098 róbalo, capturados durante los meses de septiembre a diciembre en la trayectoria del río San Juan hasta llegar al Lago de Nicaragua. Las tallas promedio, mostraron que de las diferentes especies de *Centropomus*, *C. ensiferus* es la más pequeña, siguiéndole en orden ascendente *C. pectinatus*, *C. parallelus* y por último *C. undecimalis* que resultó ser la especie de mayor tamaño, motivo por el cual es la especie más apreciada en la pesca deportiva.

Las observaciones del contenido estomacal mostraron que los *Centropomus* son peces estrictamente carnívoros, consumiendo una variedad de alimentos entre los que encontramos camarones, cangrejos, anguilas, calamares y una variedad de peces de tamaño mediano a pequeño.

La talla de primera madurez encontrada para *C. parallelus* es de 49 cm de LT y para *C. pectinatus* de 47 cm de LT. Puede recomendarse la luz de malla de las redes en base al valor obtenido para *C. parallelus*. Con esta medida no se espera afectar a *C. undecimalis* debido a su pobre representatividad en las zonas estudiadas. (Camacho, J. et al. 2005)

III. JUSTIFICACIÓN

El róbalo es capturado y comercializado por pescadores artesanales en los mercados locales del país ya que es una especie de alto valor proteínico y buena aceptación comercial, lo que ha incidido en ser una de las principales especies objeto de pesca.

La presión sobre éste recurso evidencia síntomas de crisis ya que cada vez es más difícil acceder a éste producto de forma extractiva, por lo que la acuicultura marina surge como una forma de darle continuidad al suministro de esta especie, asegurando una opción alimentaria para el país.

Dentro de las ventajas de la acuicultura se puede resaltar que permite el abasto continuo de productos a los mercados, amortigua la presión a la extracción de los recursos naturales, genera empleos, mejora la calidad de alimentación y puede ser un factor para el desarrollo de las comunidades costeras.

En el corto plazo, esta investigación justifica su importancia ya que, en la medida en que se domine la técnica de adaptación y engorde de la especie en cautiverio, se logrará incentivar a los productores potenciales de la costa pacífica de Guatemala en esta nueva alternativa productiva. Así mismo la Universidad de San Carlos a través del CEMA establece una nueva línea científica en el tema de piscicultura marina, en los tres ejes: docencia, investigación y extensión.

En el mediano plazo se podrá hablar de la evaluación de la reproducción como una forma de administrar semilla de la especie a nuevos productores. En el largo plazo entonces estaremos hablando de realizar nuevas producciones de róbalo en cautiverio bajo condiciones controladas.

Por lo anterior es necesario el desarrollo de tecnología para la producción acuícola del país, ya que la tendencia es hacer estudios de nuevas especies marinas como

opción alimentaria, y en la actualidad la producción acuícola de especies marinas está reducida únicamente el cultivo de crustáceos y ensayos de producción de pargo.

Como beneficiarios se cuenta a la misma universidad quien podrá desarrollar técnicas de cultivo de especies marinas y trasladarlas como nuevas formas de conocimiento a sus estudiantes. Así mismo los productores actuales y potenciales quién tendrán acceso a esta tecnología para la implementación o diversificación de sus cultivos acuícolas.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General:

- Determinar las condiciones de adaptabilidad del róbalo (*Centropomus robalito*) al cultivo, como etapa inicial en el planteamiento de una opción productiva de desarrollo acuícola en el pacífico guatemalteco.

4.2 Objetivos Específicos

- Definir las condiciones físicas requeridas para la adaptabilidad y manejo del róbalo (*Centropomus robalito*).
- Determinar el tiempo de adaptabilidad del róbalo al consumo de alimento suplementario (*Centropomus robalito*).
- Establecer el FCA (factor de conversión alimenticia) del róbalo (*Centropomus robalito*) en condiciones controladas de cultivo.

V. METODOLOGÍA

5.1 Generalidades

El proyecto se encontró ubicado en la estación experimental de Monterrico en el departamento de Santa Rosa, entre el río Oliveros, el canal de Chiquimulilla y la Laguneta La Palmilla. A 17 km de Taxisco. Aldea Monterrico, Municipio de Taxisco a 125 km. de la ciudad capital, a una altitud entre 0 y 6 msnm. Se halla comprendido entre los paralelos 13°53' - 13°55' N y meridianos 90°26' – 90°30' W. Planicie de la Costa del Pacífico.

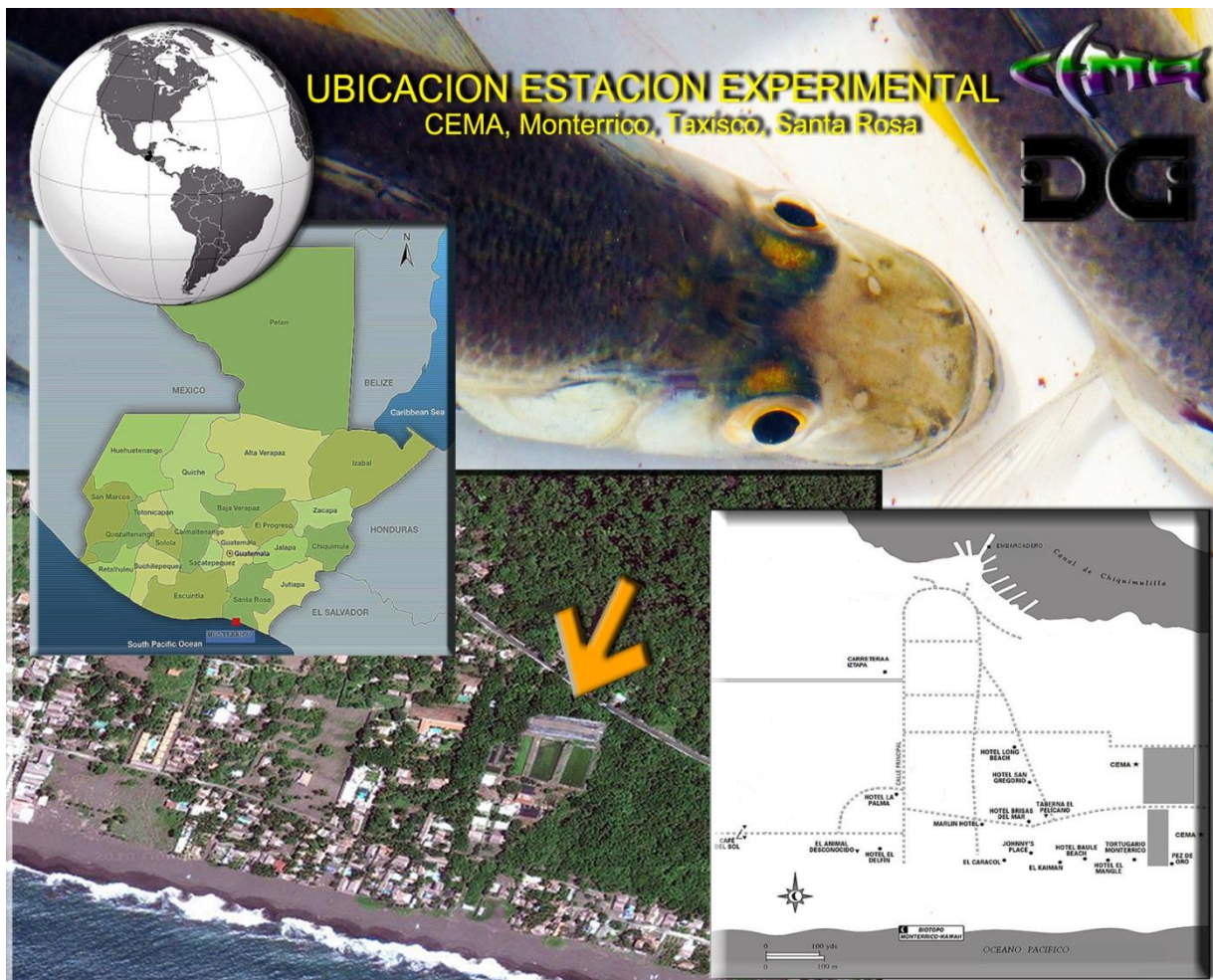


Figura 1. Ubicación Estación Experimental CEMA, Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. (Construcción propia, con imágenes de Google maps, 2012)

La estación experimental pertenece a la Universidad de San Carlos de Guatemala, administrada por el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, esta estación tiene como finalidad el desarrollo de investigaciones y cultivos demostrativos para la experiencia de los pequeños productores.

Se seleccionó esta estación para realizar el proyecto ya que cuenta con los requerimientos básicos para el desarrollo del róbalo (*Centropomus robalito*), en cuanto temperatura, salinidad del agua, infraestructura y fácil acceso a pescadores artesanales que capturan esta especie.

5.2 Método, técnicas e instrumentos

5.2.1 Fases de Desarrollo del Proyecto

- FASE I: Implementación de infraestructura

Se colocó un sistema de aireación por pileta, el cual funciona a través de un blower. Cada pileta cuenta con una manguera para la aireación, el blower ha sido encendido todos los días a las 8:00 p.m. y apagada a las 6:00 a.m., se seleccionó este horario ya que es el período crítico para la disponibilidad de oxígeno en el medio acuático.

Dos semanas antes de realizar la siembra se realizó una limpieza general del área que se usó para la investigación, el cual constó de 3 piletas, se llenaron las pilas para estabilizar parámetros para asegurar la calidad del agua.

El agua mantuvo un recambio semanal del 70%, paralelamente a la adecuación de la infraestructura se capturaron los juveniles de róbalo los cuales fueron confinados en las piletas.

- FASE II: Recolección de organismos

Se acompañó a los pescadores artesanales a la recolecta de la semilla, con la finalidad de capturar tallas homogéneas y para evitar causarles un mayor estrés por manejo a los organismos.

El arte de pesca utilizada fue el trasmallo, se seleccionó esta técnica ya que es eficiente. Al capturar los organismos se colocaron en un tinaco con agua del punto de recolección.

En la estación experimental antes de colocar los especímenes en las piletas se les realizó una aclimatación de salinidad, la cual se llevó a cabo por medio de recambios de agua. Procurando cambiar 1 parte de salinidad cada 15 minutos.

Habiendo aclimatado a los organismos se sembró a una densidad de 4/m², clasificándolos por tallas, la variabilidad fue de 3 a 4 cm, esto se realizó con el objetivo de tener tallas homogéneas por pileta, para que todos los organismos tuvieran la misma oportunidad de alimentarse.

- FASE III: Alimentación

Como parte del proceso de adaptación se alimentó a los róbalo con alimento suplementario y completo para tilapia de 38% de proteína cruda a partir del segundo día de siembra. La alimentación se realizó 3 veces al día, a las 7:30 a.m., 12:00 p.m. y a las 16:00 p.m. para cambiar sus horas naturales de alimentación. Se utilizó alimento suplementario basado en trozos de atún, aceite de hígado de tiburón y camarón vivo para balancear la dieta.

El alimento suplementario se administró a las 12:00 pm, mientras que el alimento completo de tilapia se administró a las 7:30 am y 16:00 pm. La forma de

administración del alimento fue ad libitum, es decir a saciedad del animal; a través del consumo real de alimento se determinó el factor de conversión alimenticia (FCA).

Para llevar un control de las raciones administradas diariamente de alimento se usó la siguiente boleta por pileta, la cuantificación total de alimento suministrado llevó a determinar el FCA.

Tabla No. 1 Boleta de control de alimento

Fecha		Pila No.	
Hora alimentación	Peso alimento inicial	Peso alimento final	Total alimento suministrado
7:00 AM			
12:00 PM			
4:00 PM			

Fuente: trabajo de campo, 2012

El alimento fue pesado todos los días antes de alimentar, posteriormente se pesó el residuo, para determinar el consumo real por pileta, así como por tratamiento, es decir alimento suplementario y concentrado.

- FASE IV: Muestreos

Se realizaron muestreos de peso y talla de los organismos cada 15 días. El peso y talla se tomó de toda la población por pileta, para ello se llevó una boleta de control.

Tabla No. 2 Boleta de Muestreo Peso (gr) y Talla (cm) semanal

Fecha						
	PILETA 1		PILETA 2		PILETA 3	
No.	PESO	TALLA	PESO	TALLA	PESO	TALLA
1						
2						
3						

Fuente: Trabajo de campo, 2012

Para capturar los organismos durante los muestreo se vaciaban por completo las pilas y los peces se colocaban en tinas con aireación mientras eran pesados y medidos, para conocer el incremento de peso entre muestreos se realizó a través de la siguiente fórmula: $I=w_f-w_o$ donde I representa el incremento, w_f el peso actual y w_o el peso anterior, la suma de todos los pesos y el total de alimento suministrado dio al final como resultado los gramos de alimento consumido por gramos de pez producido.

Cada vez que se realizó el muestreo las pilas se sometieron a lavado profundo para evitar la proliferación de microalgas en las paredes de las mismas.

Tabla No. 3 Boleta de control biométrico

HOJA DE CONTROL DE CULTIVO											
Fecha	Tiempo Cultivo (días)	W (grms)	Densidad (m2)	Población	Sobrevivencia (%)	Biomasa (lb)	Nivel alimenticio (%) (bw)	Rac-Día (lb)	Alimento Total (lb)	Incremento m (grms)	FCA

Fuente: Trabajo de campo, 2012.

- FASE V: Control del proyecto

Para evaluar la calidad del agua se tomaron muestras de agua y se analizaron utilizando el colorímetro HACH DR980, los parámetros evaluados fueron nitritos, nitratos, fosfatos y turbidez. Diariamente se tomó control sobre el comportamiento de los organismos y coloración del agua.

VII. RESULTADOS

6.1 FASE I: Implementación de Infraestructura

Se habilitaron 3 piletas de concreto de 6 m², con aireación por medio de blower y se instaló un sarán para protección climática.

6.2 FASE II: Recolección de Organismos

Se realizó la captura de 100 especímenes, en el área del canal de Chiquimulilla en el tramo de Monterrico. La extracción se realizó utilizando el trasmallo como arte de pesca. La especie capturada fue *Centropomus robalito*.



Figura 2. Captura de semilla, en el Canal de Chiquimulilla. (Trabajo de campo, 2012)

Los organismos capturados fueron aclimatados de una salinidad de 0 ppt a 6 ppt, la aclimatación tuvo lugar en la estación experimental.

6.3 FASE III y IV: Alimentación y Muestreos

Como se muestra en las tablas 4,5 y 6, el período de cultivo real fue de 172 días. Para la pileta 1 la biomasa máxima fue de 236.08 g, finalizó con una sobrevivencia de 25% a una densidad de 1 organismo por m², proporcionando un promedio de 85 g de alimento fresco diario.

Tabla No. 4. Control de Cultivo, Pileta 1.

HOJA DE CONTROL DE CULTIVO PILETA 1									
Fecha	Tiempo Cultivo (días)	W (grms)	Densidad (m2)	Población	Sobrevivencia (%)	Biomasa (g)	Rac-Día (g)	Alimento Total (lb)	Incremento W (g)
20/06/2012	30	16.70	4	20	100	334			
06/07/2012	46	16.20	3	13	65	210.6			-0.5
20/07/2012	60	18.16	3	13	65	236.08			1.96
03/08/2012	74	17.51	3	13	65	227.63			-0.65
16/08/2012	87	17.68	3	13	65	229.84			0.17
30/08/2012	101	18.16	3	13	65	236.08			0.48
14/09/2012	116	22.67	2	8	40	181.36	85	1277	4.51
27/09/2012	129	28.18	1	7	35	197.26	90	1170	5.51
12/10/2012	144	31.16	1	7	35	218.12	80	1200	2.98
26/10/2012	158	32.86	1	5	25	164.3	85	1190	1.7
09/11/2012	172	33.70	1	5	25	168.5	80	1120	0.84

Fuente: Trabajo de campo, 2012

Para la pileta 2 la biomasa máxima fue de 438 g, finalizó con una sobrevivencia de 72% a una densidad de 2 organismos por m², proporcionando un promedio de 91 g de alimento fresco diario.

Tabla No. 5. Control de Cultivo, Pileta 2.

HOJA DE CONTROL DE CULTIVO PILETA 2									
Fecha	Tiempo Cultivo (días)	W (grms)	Densidad (m ²)	Población	Sobrevivencia (%)	Biomasa (g)	Rac-Día (g)	Alimento Total (g)	Incremento W (g)
20/06/2012	30	21.94	4	20	100	438.8			
06/07/2012	46	20.67	3	14	77	289.38			-1.27
20/07/2012	60	23.41	3	14	77	327.74			2.74
03/08/2012	74	21.63	3	14	77	302.82			-1.78
16/08/2012	87	21.48	3	14	77	300.72			-0.15
30/08/2012	101	23.41	3	14	77	327.74			1.93
14/09/2012	116	23.11	2	13	72	300.43	90	1350	-0.3
27/09/2012	129	29.58	2	13	72	384.54	95	1235	6.47
12/10/2012	144	30.98	2	13	72	402.74	85	1275	1.4
26/10/2012	158	32.70	2	13	72	425.1	90	1260	1.72
09/11/2012	172	33.70	2	13	72	438.1	95	1330	1

Fuente: Trabajo de campo, 2012

Para la pileta 3 la biomasa máxima fue de 1018.4 g, finalizó con una sobrevivencia de 95% a una densidad de 4 organismos por m², proporcionando un promedio de 116 g de alimento fresco diario.

Tabla No. 6. Control de Cultivo, Pileta 3.

HOJA DE CONTROL DE CULTIVO PILETA 3									
Fecha	Tiempo Cultivo (días)	W (grms)	Densidad (m2)	Población	Sobrevivencia (%)	Biomasa (g)	Rac-Día (g)	Alimento Total (g)	Incremento W (g)
20/06/2012	30	45.73	4	20	100	914.6			
06/07/2012	46	43.27	4	19	95	822.13			-2.46
20/07/2012	60	43.73	4	19	95	830.87			0.46
03/08/2012	74	42.62	4	19	95	809.78			-1.11
16/08/2012	87	42.98	4	19	95	816.62			0.36
30/08/2012	101	43.73	4	19	95	830.87			0.75
14/09/2012	116	43.90	4	19	95	834.1	90	1350	0.17
27/09/2012	129	51.47	4	19	95	977.93	160	2080	7.57
12/10/2012	144	51.49	4	19	95	978.31	80	1425	0.02
26/10/2012	158	52.54	4	19	95	998.26	122	1708	1.05
09/11/2012	172	53.60	4	19	95	1018.4	129	1806	1.06

Fuente: Trabajo de campo, 2012

El incremento total para la pileta 1 fue de 17 g, iniciando con un peso promedio de 16.70 g y finalizando con un peso promedio de 33.70 g, mientras que la pileta 2 el incremento total se reportó en 11.76 g, iniciando con un peso promedio de 21.94 g y finalizando con 33.70 g. Por último la pileta 3 presentó un incremento total de 7.87 g, iniciando con un peso promedio de 45.73 g y finalizando con un promedio de 53.60 g.

En cuanto a la talla se refiere el incremento total para la pileta 1 fue de 2.41 cm, iniciando con una talla promedio de 13.35 cm y finalizando con 15.76 cm, mientras que la pileta 2 el incremento total se reportó en 1.72 cm, iniciando con una talla promedio de 14.15 cm y finalizando con 15.88 cm. Por último la pileta 3 presentó un incremento total en talla de 1.06 cm, iniciando con una talla promedio de 17.61 cm y finalizando con un promedio de 18.67 cm. En las figuras 3 a la 8 se observa el comportamiento por muestreo en cuanto a las variables peso y talla.

El factor de conversión alimenticio (FCA) presentó distinto comportamiento en cada una de las piletas, reportando para la pila 1 1.29:1, para la pila 2 0.83:1 y para la pila 3 0.43:1.

Tabla No. 7. Factor de Conversión Alimenticio

FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIO					
Pileta 1		Pileta 2		Pileta 3	
Peso g	FCA	Peso g	FCA	Peso g	FCA
17	1.29	11.76	0.83	7.89	0.43

Fuente: Trabajo de campo, 2012

Tabla No. 8. Peso y talla promedio

PESO Y TALLA PROMEDIO												
Fecha	PILETA 1				PILETA 2				PILETA 3			
	PESO g	INC.	TALLA cm	INC.	PESO g	INC.	TALLA cm	INC.	PESO g	INC.	TALLA cm	INC.
20/06/2012	16.70		13.35		21.94		14.15		45.73		17.61	
06/07/2012	16.20	-0.50	13.29	-0.06	20.67	-1.27	14.23	0.08	43.27	2.46	17.77	0.16
20/07/2012	18.16	1.96	13.42	0.13	23.41	2.74	14.43	0.20	43.73	0.46	17.72	0.05
03/08/2012	17.51	-0.65	13.04	-0.38	21.63	-1.78	14.19	0.24	42.62	1.11	17.28	0.44
16/08/2012	17.68	0.17	13.54	0.50	21.48	-0.15	14.58	0.39	42.98	0.36	17.78	0.50
30/08/2012	18.16	0.48	13.42	-0.12	23.41	1.93	14.42	0.16	43.73	0.75	17.78	0.00
14/09/2012	22.67	4.51	14.19	0.77	23.11	-0.30	14.81	0.39	43.90	0.17	17.83	0.05
27/09/2012	28.18	5.51	14.60	0.41	29.58	6.47	15.33	0.52	51.47	7.57	17.97	0.14
12/10/2012	31.16	2.98	15.12	0.52	30.98	1.40	15.55	0.22	51.49	0.02	18.14	0.17
26/10/2012	32.86	1.70	15.44	0.32	32.70	1.72	15.67	0.12	52.54	1.05	18.52	0.38
09/11/2012	33.70	0.84	15.76	0.32	33.70	1.00	15.88	0.21	53.60	1.06	18.67	0.15
INCREMENTO TOTAL		17.00		2.41		11.76		1.73		7.87		1.06

Fuente: Trabajo de campo, 2012

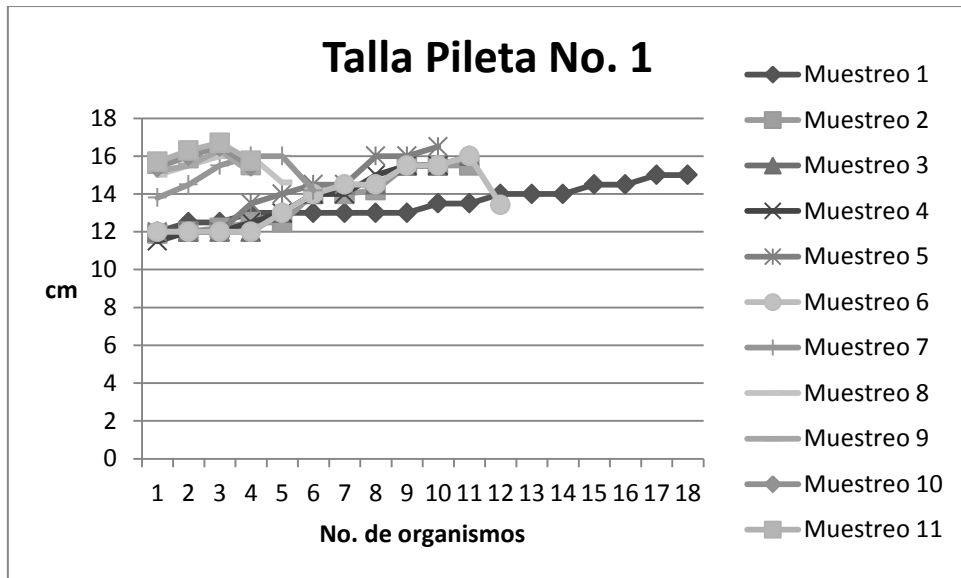


Figura No. 3. Comportamiento de talla pileta 1. (Trabajo de campo, 2012)

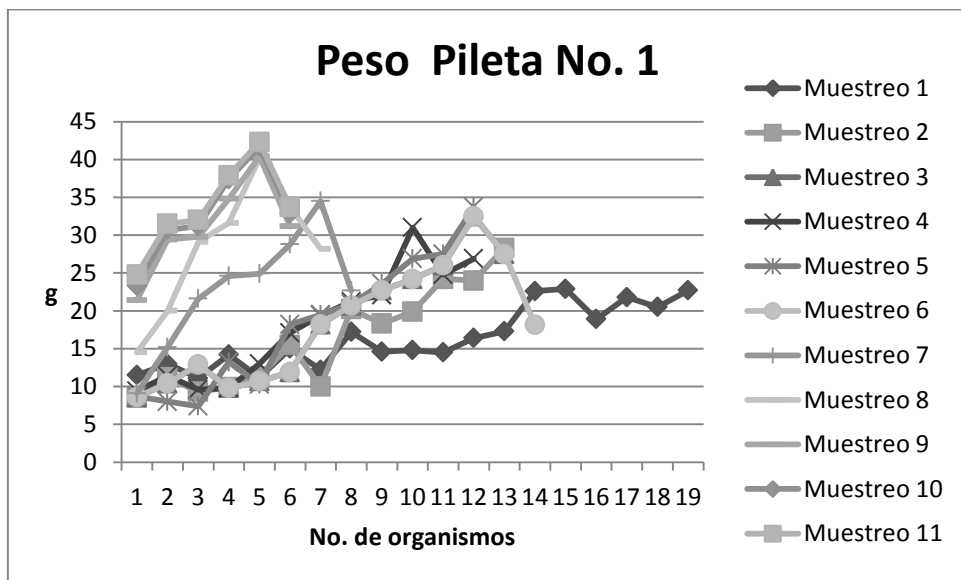


Figura No. 4. Comportamiento de peso pileta 1. (Trabajo de campo, 2012)

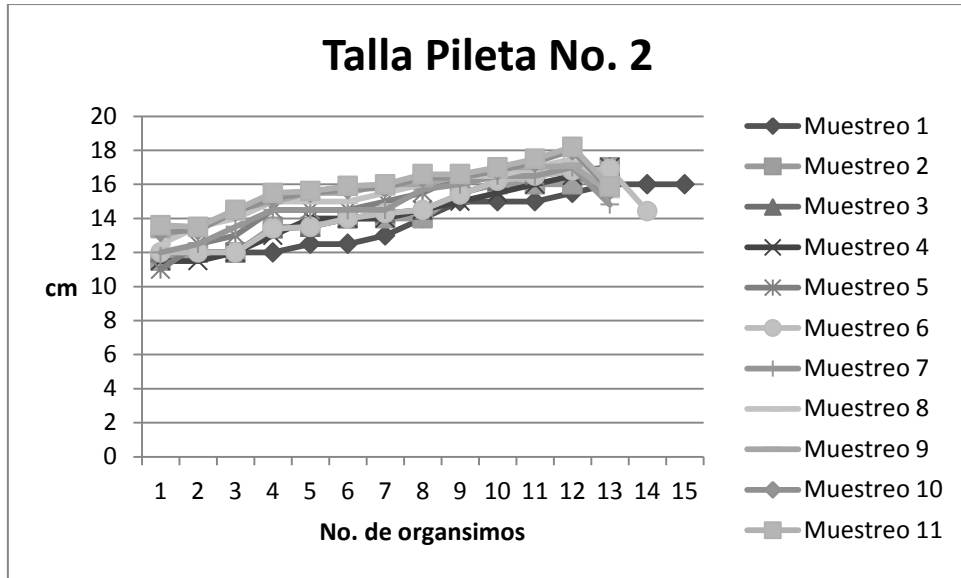


Figura 5. Comportamiento de talla pileta 2. (Trabajo de campo, 2012)

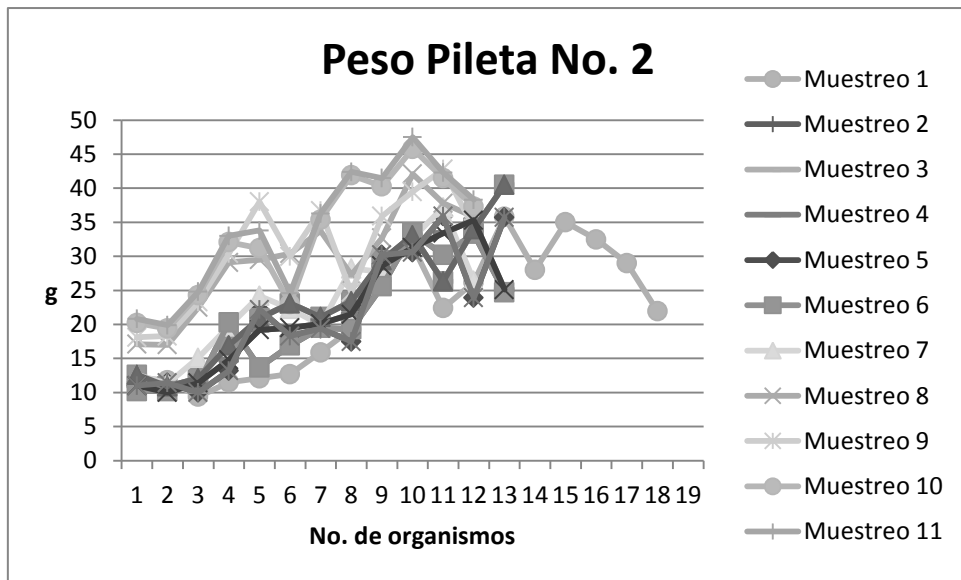


Figura 6. Comportamiento de peso pileta 2. (Trabajo de campo, 2012)

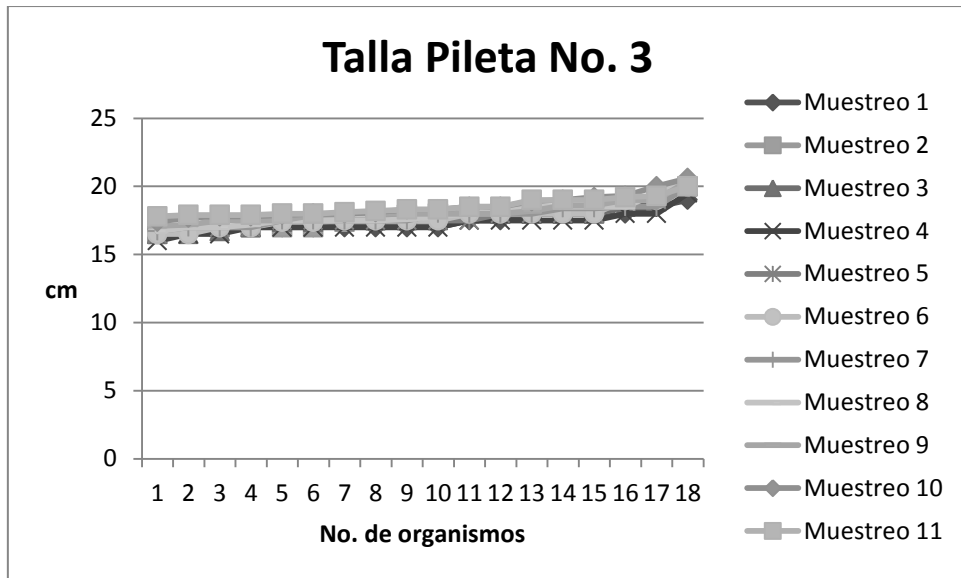


Figura 7. Comportamiento de talla pileta 3. (Trabajo de campo, 2012)

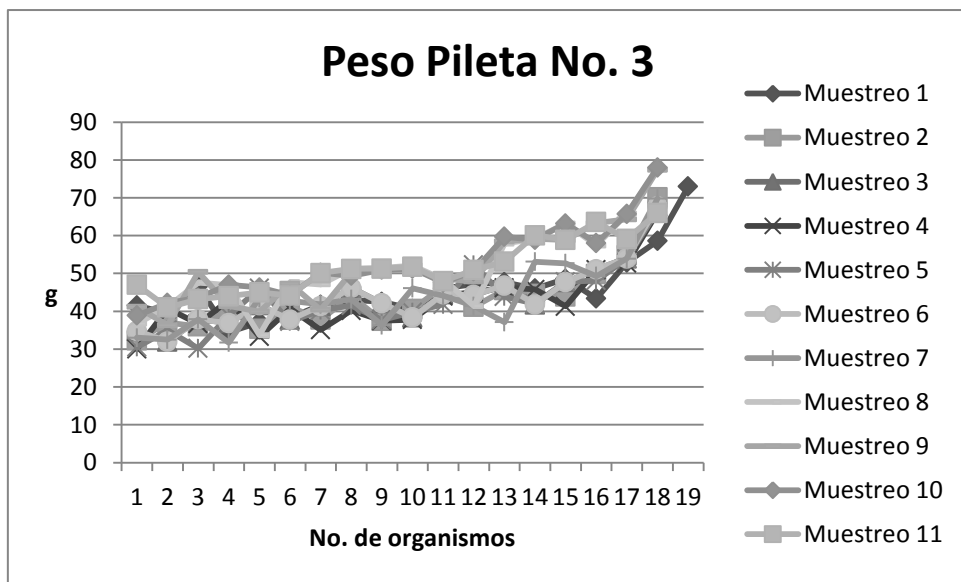


Figura 8. Comportamiento de peso pileta 3. (Trabajo de campo, 2012)

6.4 FASE V: Control del proyecto

El mantenimiento de las piletas consistió en recambios del 40% de agua cada 3 días y una limpieza total cada 15 días la cual coincidió con los muestreos biométricos.



Figura 9. Mantenimiento y limpieza de pilas. (Trabajo de campo, 2012)

En cuanto a calidad de agua se refiere, durante el período de adaptación se monitorearon parámetros físico-químicos, como temperatura, salinidad, nitritos, nitratos, fosfatos y turbidez. Estos parámetros fueron monitoreados en las pilas de cultivo y en el agua de pozo utilizada.

La temperatura mostró un comportamiento uniforme de 26°C, al igual que la salinidad manteniéndose en 3 ppt, durante todo el período de investigación.

Los niveles de nitritos variaron de 0.288 mg/l a 0.412 mg/l, la media fue de 0.310 mg/l en el cultivo, mientras que en pozo fue de 0.350 mg/l.

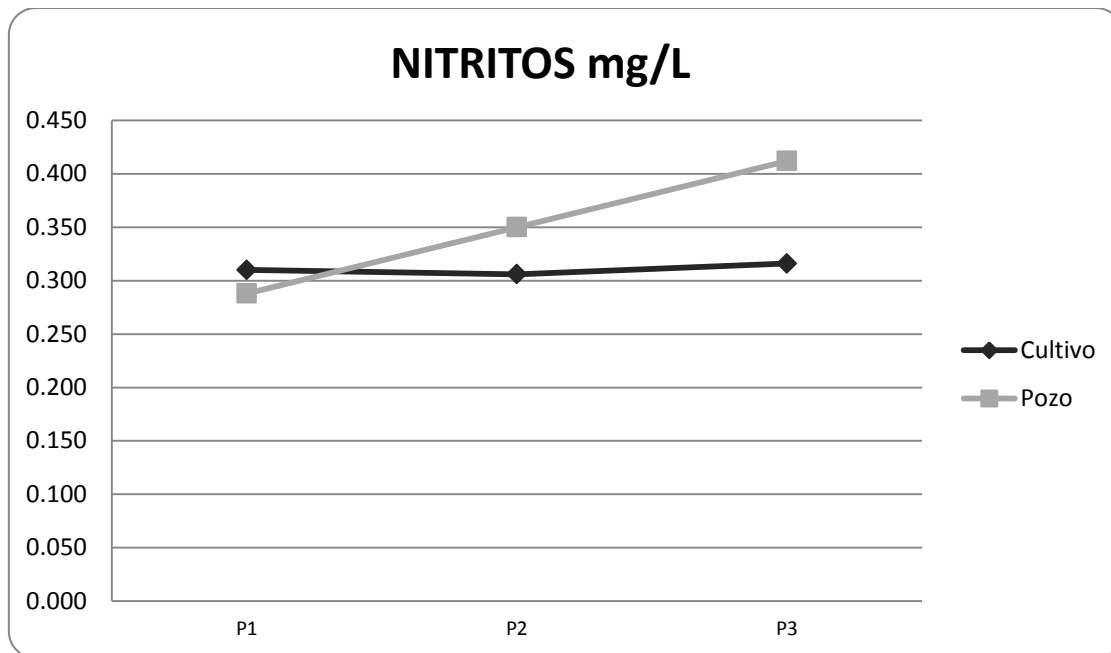


Figura 10. Nitritos reportados durante el periodo de cultivo.
(Trabajo de campo, 2012)

Los nitratos presentaron valores que se encontraron alrededor de 16.4 hasta 20.2 mg/l, la media para el agua de cultivo fue de 19.26 mg/l, mientras que para el pozo de 17.56 mg/l.

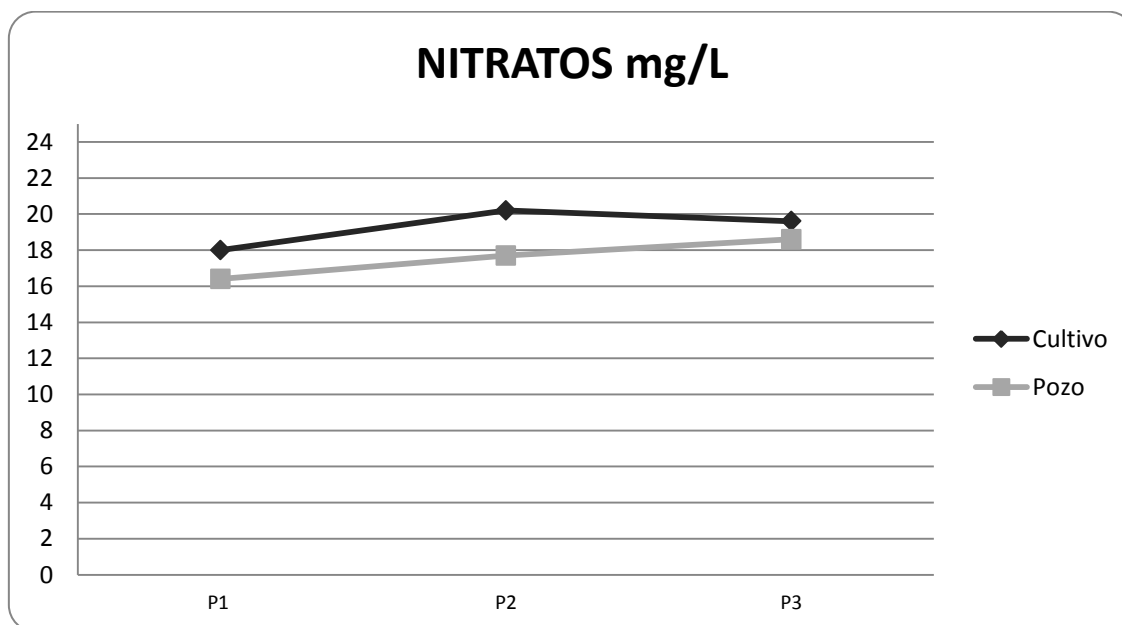


Figura 11. Nitratos reportados durante el periodo de cultivo
(Trabajo de campo, 2012)

Los fosfatos presentaron valores que se encontraron alrededor de 0.81 hasta 2.75 mg/l, la media para el agua de cultivo fue de 2.20 mg/l, mientras que para el pozo de 1.11 mg/l.

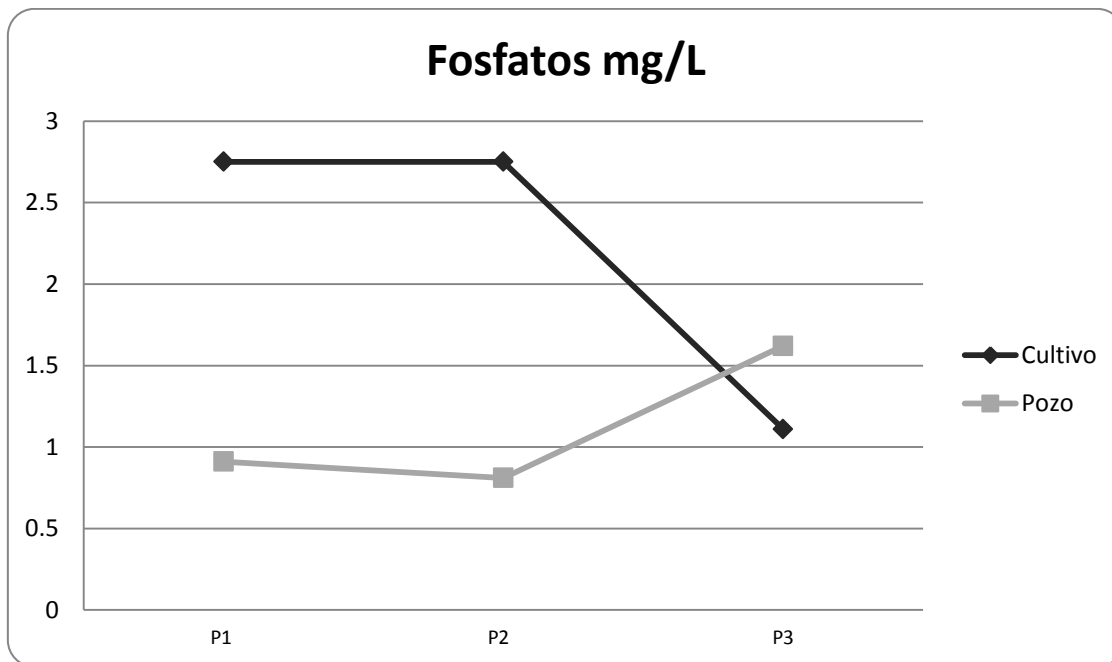


Figura 12. Fosfatos reportados durante el periodo de cultivo (Trabajo de campo, 2012)

La turbidez se manifestó con valores de NTU desde 0 hasta 10, la media para el agua de cultivo fue de 6.66 NTU, mientras que para el pozo de 2.66 NTU.

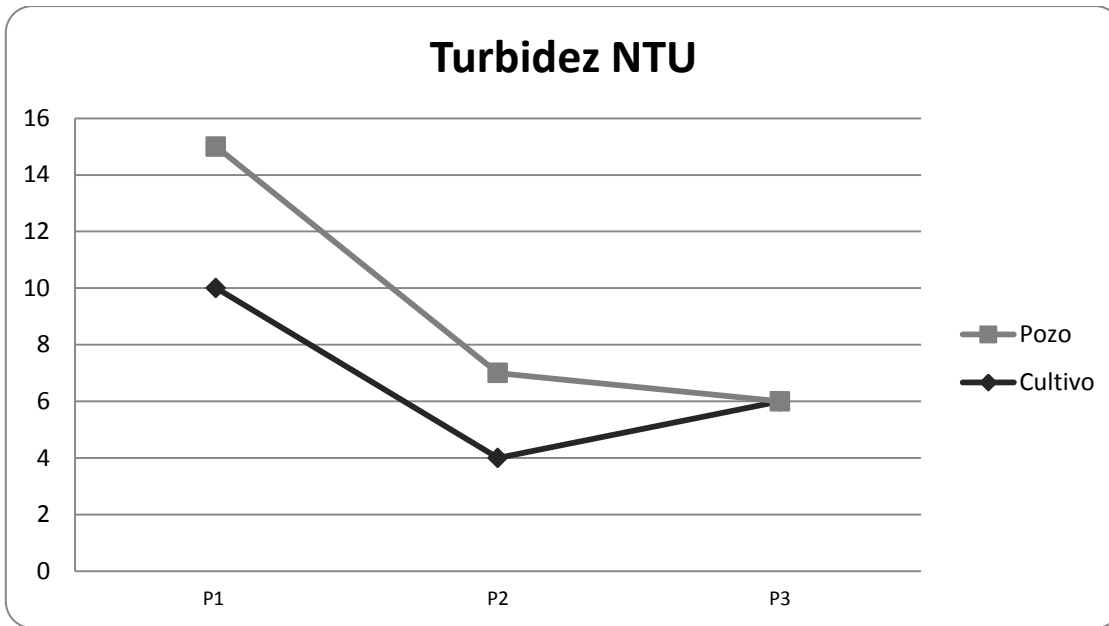


Figura 13. Turbidez reportada durante el periodo de cultivo
(Trabajo de campo, 2,012)

VII. DISCUSIÓN

7.1 Fase I: Implementación de Infraestructura

En cuanto a la infraestructura utilizada para esta investigación que consistió en 3 pilas de concreto de 6 m², con sistema de aireación y tubería de suministro de agua dulce y salada, para mantenimiento del sistema, fue adecuada para el manejo inicial a la adaptación de la especie de *Centropomus robalito*. Estas instalaciones permiten manejar distintas densidades, dependiendo de la especie y los objetivos de cultivo, en este caso la densidad manejada fue 4/m², ya que uno de los objetivos de esta investigación era el adaptar a los organismos a un medio confinado.

7.2 Fase II: Recolección de Organismos

La metodología utilizada para la colecta de organismos permitió la captura de 100 especímenes, sin embargo sólo 60 fueron viables para la investigación.

Las capturas se realizaron en 2 días de faena, en tres períodos del día mañana (8:00 a 12:00 horas), tarde (14:00 a 17:00 horas) y noche (18:30-21:30). Siendo el período nocturno el más efectivo para la captura. Esto coincide con las horas naturales de alimentación de los róbalos.

Para realizar la aclimatación se tomó como parámetro principal la salinidad, los organismos se encontraban a una salinidad de 0 ppt, mientras que la salinidad de las pilas en la estación experimental fue de 6 ppt, por lo que se realizó recambios de agua para lograr el cambio de 1 ppt cada 15 minutos, en total este proceso tuvo una duración de 1.5 horas, al concluir el cambio de salinidad fueron introducidos 20 organismos por pileta, los cuales sólo fueron medidos, no se realizó pesaje debido al estrés de la captura y manipulación.

Es importante mencionar que la captura de los róbalo, se realizó durante la época de lluvia, por lo cual la salinidad en el medio se encontraba en 0 ppt, debido a que los róbalo son organismos diádromos y eurihalinos pueden pasar largos períodos en aguas de diferentes concentraciones salinas.

7.3 Fase III y IV: Alimentación y Muestreos

En cuanto a la alimentación se refiere, a partir del día 2 de siembra se alimentó 3 veces al día con alimento suplementario, el cual consistió en extrusado de tilapia al 38% de proteína cruda, así mismo se les proporcionó alimento vivo, en este caso camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), el cual se eliminó de la dieta al mes de siembra, sin embargo los peces presentaron decrecimiento ya que no aceptaban el alimento extrusado, por lo que se re incorporó nuevamente a la dieta.

Debido a que en la estación experimental se cultiva camarón marino, permitía a esta investigación tener acceso a organismos vivos para la alimentación, sin embargo el crecimiento de éste es mayor a la del róbalo, por lo cual a los 3 meses de siembra nuevamente se presentó decrecimiento en los róbalo, ya que estos no podían ingerir el camarón por el tamaño de la boca.

Para corregir la dieta y que la misma respondiera a las necesidades de la especie, se incorporó atún fresco enriquecido con aceite de hígado de tiburón. Para asegurar la ingesta de todos los componentes de la dieta, se incrustó extrusado de tilapia en el músculo del atún, asegurando así mejores rendimientos y adaptando la palatabilidad al extrusado. Este tratamiento se continuó hasta la finalización de la investigación.

Los róbalo aceptaron el alimento extrusado a los 5 meses de siembra, sin embargo estudios realizados por la Universidad Nacional de Costa Rica, sugieren que no sea eliminado de la dieta el alimento fresco, ya este permite mejores rendimientos para la especie.

20 días después de la siembra se realizó el primer muestro biométrico, en donde fueron medidos y pesados cada uno de los peces, clasificando a los organismos por talla en pequeños (10-12 cm), medianos (13-16 cm) y grandes (17-21 cm). Esto se realizó con la finalidad de que todos los ejemplares tuviesen la misma oportunidad de alimentación.

A partir de esta clasificación se realizaron los muestreos biométricos cada 15 días. Durante cada muestreo se evalúa la salud de cada organismo, para anticipar la presencia de enfermedades, las cuales no se reportaron durante el período de investigación. Esto es un indicador importante de la adaptación del *Centropomus robalito* a condiciones de confinamiento.

La sobrevivencia es un factor determinante para la adaptabilidad de una especie a condiciones controladas, la sobrevivencia se marcó a partir del segundo mes de siembra, esta variable se comportó diferente para cada una de las pilas, esto fue causado por varios factores, entre ellos, el tamaño de los especímenes, la exposición medio ambiental de cada una de las pilas y fuga en el sistema.

La pileta 1 fue la que reportó mayor mortalidad debido a que fue la mayor expuesta los factores medio ambientales, 8 de los ejemplares se escaparon por el tubo de desfogue, por esta razón la sobrevivencia se vio mermada a un 25%. Por otro lado la pileta 3 con los organismos de mayor tamaño, presentó una sobrevivencia del 95 % lo que indica, que las tallas comprendidas entre 17 a 21 cm son las óptimas para la adaptación de esta especie, sin embargo las tallas entre 13 a 16 cm son aceptables para la adaptación presentando una sobrevivencia del 72%. Las sobrevivencias reportadas en esta investigación se consideran admisibles, puesto que para la etapa de adaptación de una especie silvestre al cautiverio es aceptable hasta un 50%.

La pileta que reportó mejor incremento tanto de peso como talla fue la 1, esto se explica ya que ésta presentó menos número de organismos por m², lo que disminuyó la competencia por espacio y alimentación, obteniendo un incremento total de 17 g y 2.41 cm, consumiendo durante el período de evaluación con alimento suplementario de atún 13.12 libras, lo que equivale a un FCA de 1.29, esto quiere decir que para obtener organismos de 1 libra se requiere de 1.29 libras de alimento. Inicialmente el FCA reportado es un buen indicador de crecimiento.

El FCA para la pileta 2 y 3 se reportó en 0.83 y 0.43 respectivamente, éste se vio disminuido debido a que había mayor densidad por m² y mayor competencia tanto por alimento como espacio. Hay que considerar que ésta es una etapa inicial de adaptación, es decir que los FCA pueden mejorar sustancialmente cuando la especie se encuentre totalmente domesticada.

Experiencias como las del CIBNOR de México y la UNA de Costa Rica, indican que el proceso de domesticación puede llevar alrededor de 10 años, dependiendo de la tecnología y capacidad instalada en las estaciones experimentales.

7.4 Fase V: Control del proyecto

La temperatura afecta los procesos físico químicos, biológico y las concentraciones de otras variables, a mayor temperatura, menor contenido de gases disueltos, mayor respiración, provocando mayor consumo de oxígeno y descomposición de la materia orgánica, incremento del fitoplancton y con ello de la turbidez.

La temperatura reportada durante el período de investigación mantuvo una estabilidad de 26 °C, la cual es óptima para el desarrollo de esta especie, sin embargo propicia la aceleración de los procesos metabólicos, debido a que el agua se encuentra estancada, lo que podría afectar la calidad de agua.

La presencia de oxígeno en concentraciones adecuadas es esencial para toda forma de vida acuática ya que se relaciona directamente con el metabolismo de todos los organismos aeróbicos. La cantidad de oxígeno presente en el agua está determinado por dos procesos uno el suministro de oxígeno atmosférico y los procesos fotosintéticos. A pesar de la importancia de éste parámetro, no fue monitoreado, debido a que el sistema contaba con oxigenación artificial, por medio de blower, durante las horas críticas de requerimiento de éste gas.

La salinidad es el resultado de la combinación de diferentes sales que se encuentran disueltas en el agua, siendo las principales los cloruros, carbonatos y sulfatos. La salinidad es un factor ecológico que influye sobre los organismos que viven en los cuerpos de agua. Influye notablemente en los procesos reproductivos y sus variaciones, es un factor determinante en la producción, teniendo que valorarse que existen especies con índices de tolerancia mayores que otras para los grados de salinidad. (Carretero, 2,002)

La especie de róbalo *Centropomus robalito* es una especie hermafrodita protándrica, diádroma, estenoterma, y eurihalina. Esto explica que siendo una especie marina, pueda pasar largos periodos en aguas salobres en estuarios e incluso llega a adaptarse a aguas dulces durante las fases juveniles (Sánchez *et. al.* 2009), por lo cual la salinidad fue un parámetro moldeable durante el período de investigación.

El valor promedio de salinidad reportado fue de 3 ppt, siendo adecuada para la fase biológica en que se encontraba la especie. Los valores de salinidad en el sistema se vieron influenciados por la época lluviosa, la cual afecta diluyendo la salinidad del canal mareal, por lo tanto afecta las vetas de los pozos circundantes. (EPA, 2010).

Los nitritos son poco estables químicamente puesto que constituyen un estado intermedio entre el amonio y los nitratos en el proceso de óxido – reducción. (Martínez, 2006).

Su aparición depende principalmente de una vía oxidativa mediada por bacterias del género nitrosomonas que convierten el amonio en nitrito consumiendo el oxígeno disuelto en el agua, con las repercusiones que esto tiene en la vida acuática, principalmente en los peces y otros organismos aeróbicos. Las concentraciones de nitrito son del orden de 0.001mg/L y raramente exceden 1.0 mg/L. Elevadas concentraciones indican la presencia de baja calidad del agua. (Brugnoli, 1999)

Para la acuicultura los nitritos son un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante. La toxicidad de los nitritos depende de la cantidad de cloruros, temperatura y concentración de oxígeno en el agua. Es necesario mantener la concentración por debajo de 1.0 mg/L, haciendo recambios fuertes, limitando la alimentación y evitando concentraciones altas de amonio en el agua.

De acuerdo a los datos obtenidos en los muestreos realizados durante el periodo de investigación, en promedio por pileta se reportó un valor máximo de 0.412 mg/L y un mínimo de 0.288 mg/L valores que se encuentran dentro de los rangos aceptables no superando 1 mg/L en ninguna de las piletas.

Tanto los nitratos como los nitritos son parámetros incluidos para la determinación de la calidad del agua y detección de impactos orgánicos o de origen industrial. Los niveles de nitratos entre 1 a 90 mg/L según EPA (2010) son un parámetro seguro para la sobrevivencia de los organismos, siendo la lectura más elevada de 20.2 mg/L y 16.4 mg/L en el más bajo, este parámetro pudo influenciar en el desarrollo de los organismos, limitando el crecimiento. El aumento de este nutriente pudo ser ocasionado por la descomposición del alimento fresco.

El fósforo es un elemento esencial para el mantenimiento de la vida acuática y es considerado como un factor limitante. Sin embargo un exceso en el mismo podría incrementar las tasas metabólicas, provocando disminución en la concentración de oxígeno disuelto y desencadenando un proceso eutrófico. (Martínez, 2006)

Son productos resultantes de la actividad biológica de los peces y de la sobrealimentación con alimentos balanceados. La concentración alta, causa aumento en la población de fitoplancton; y éstas a su vez, provocan bajas de oxígeno por la noche. Su valor debe fluctuar entre 0.6 y 1.5 mg/L como PO_4 .

De acuerdo a los datos obtenidos en los muestreos realizados durante el periodo de investigación, en promedio por pileta se reportó un valor máximo de 2.75 mg/L y un mínimo de 0.81 mg/L, valores que se encuentran dentro de los rangos aceptables para la supervivencia de los organismos.

Este parámetro se encuentra estrechamente relacionado con la proliferación algal, esto a su vez se vincula con la eutrofización ya que el exceso de organismos que en un momento determinado mueren pasan a formar parte de la materia orgánica en descomposición, la cual a su vez utiliza grandes concentraciones de oxígeno, por lo que la eutrofización contribuye a la estratificación de la columna de agua dificultando el intercambio de oxígeno entre la superficie y el fondo.

El fósforo y el nitrógeno son los nutrientes limitantes para la eutrofización, es por ello que al descomponerse la materia orgánica produce estos metabolitos o compuestos. Debido a los componentes del alimento que en este caso fue pescado fresco y aceite de hígado de tiburón, estos procesos se aceleraban y por ende elevaron estos parámetros, sin embargo eran controlados con los recambios de agua.

Según el Center for Innovation in Engineering and Science Education (CIESE) cuando los niveles de fosfatos se encuentran en un rango de 1.1 a 4 mg/L las condiciones medio ambientales son buenas, por lo que se puede observar en éste estudio que las condiciones de fosfato se encuentran en rangos adecuados.

El fósforo se encuentra en detergentes fosfatados, y el nitrato y nitrito en fertilizantes, por lo que son arrastrados con la lluvia hacia el canal mareal, en este caso el Canal

de Chiquimulilla, dado que el agua utilizada durante este estudio proviene de pozo, estos nutrientes pueden ser incorporados en el manto friático.

La turbidez demuestra la cantidad de sólidos en suspensión en el sistema, esta se vio aumentada por las deposiciones de los peces y el alimento no consumido, así como por la muerte algal. Reportándose un máximo de 10 NTU que no representa una amenaza para el desarrollo de los organismos, es importante señalar que la pila 1 a pesar de ser la que poseía menos especímenes, fue la que mayor turbidez reportó, esto pudo ser causado por 2 variantes, el grado de exposición a la radiación solar y mayor porcentaje de alimento no consumido.

VIII. CONCLUSIONES

1. La sobrevivencia reportada durante el período de investigación en promedio fue de 64% considerándose aceptable, puesto que para la etapa de adaptación de una especie silvestre al cautiverio es aceptable hasta un 50%.
2. Ninguna patología fue reportada durante el período de investigación, lo cual indica la adaptabilidad del róbalo *Centropomus robalito* al confinamiento.
3. La densidad de siembra que reporta mejores rendimientos es la de 2 organismos por m², posiblemente por la disminución de la competencia por alimento y espacio.
4. Todos los parámetros físico-químicos de calidad de agua evaluados en el período de investigación se reportaron dentro de los límites aceptables para el desarrollo de especies acuáticas.
5. La especie de róbalo *Centropomus robalito* no presentó durante este período de investigación, patrones de agresividad ni canibalismo, considerándose como una especie dócil para el cautiverio.
6. El tiempo de adaptabilidad del róbalo *Centropomus robalito* al consumo de alimento suplementario bajo las condiciones de esta investigación fue de 5 meses.
7. El FCA (factor de conversión alimenticia) del róbalo *Centropomus robalito* en condiciones controladas de cultivo fue de 1.29 para la pila 1, 0.83 para la pila 2 y 0.43 para la pila 3, esta variable pudo ser afectada por la densidad poblacional.

IX. RECOMENDACIONES

- Dar seguimiento a los especímenes que han sobrevivido a esta fase de adaptación, siendo el CEMA el que dará apertura a esta línea de investigación marina.
- Establecer alianzas estratégicas con instituciones académicas que ya han progresado en esta temática.
- Vincular a la iniciativa privada, específicamente en el caso de Guatemala a los productores de camarón marino, para el desarrollo de las siguientes etapas de investigación.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez, A; Durruty, C; Suárez, J; Sánchez A; Cruz, H; Pascual, C. 2009. Efecto del cambio de salinidad en algunos componentes de la sangre y la madurez reproductiva de *Centropomus undecimalis* (en línea). Universidad Autónoma de México; Facultad de Ciencias. Consultado 16 de nov 2012. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/22380490/Robalo-salinidad>
2. Amador, L; Cabrera, P; Gómez, E. 1998. Cultivo de robalo blanco *Centropomus undecimalis* en estanques rústicos de manto freático en la Isla del Carmen, Campeche, México. México, ECOSUR-CAMPECHE. 11 p.
3. Camacho, J; Gadea, V. 2005. Estudio técnico científico del róbalo en Río San Juan y el Gran Lago de Nicaragua. Nicaragua, Agencia Española de Cooperación Internacional; Oficina Técnica de Cooperación. 154 p.
4. Cervantes, M; De la Sancha, E; Preciado, G; García, G; Trasvianá, A; Curiel, S. 2006. Mantenimiento de reproductores de robalo blanco *Centropomus undecimalis* en un sistema de recirculación. México, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Instituto Tecnológico de Boca del Río. p1.
5. Fraga, I; Reyes, R; Ortega, N; Regueira, E; Font, R; Bravo, A. 2006. Desarrollo de un banco de reproductores de róbalo (*Centropomus undecimalis*, Bloch 1792): I. Manejo del alimento. La Habana, Cuba, Centro de Investigaciones Pesqueras. 10 p.
6. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico Centro- Oriental. Roma, FAO. v. II, pt. I, 987-993 p. (Vertebrados).

7. Sánchez, A; Rosas, C; Durruty, C; Suárez, J. 2002. Reproducción en cautiverio del róbalo. Revista Panorama Acuícola. Edición 18-1. sp.
8. Zarza, E; Berruecos, J; Vásquez, C; Álvarez, P. 2006. Cultivo experimental de *róbalo Centropomus undecimalis* (Bloch, 1972) y chucumite *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Perciformes: Centropomidae) en agua dulce en un estanque de concreto en Alvarado, Veracruz, México. Universidad Autónoma de México. 8 p.
9. Environmental Protection Agency. 2000. Estuarine and coastal marine waters: bio assessment and biocriteria technical guidance. Washington, DC: Author. 300 p.
10. - - - - - . 2001. Nutrient criteria technical guidance manual estuarine and coastal marine waters. Washington, DC: Author. 362 p.
11. Center for Innovation in Engineering and Science Education. US. 2006. Fosfatos (en línea). Estados Unidos, consultado 16 nov. 2012. Disponible en <http://www.k12science.org/curriculum/dipproj2/es/fieldbook/fosfato.shtml>