

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**"EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS BIOLÓGICOS Y ECONÓMICOS EN
EL FUNCIONAMIENTO DE DOS TIPOS DE JAULAS FLOTANTES
UTILIZADAS EN EL CULTIVO DE PECES EN EL LAGO DE ILOPANGO, EL
SALVADOR".**

**PRESENTADO POR:
WENDY KARINA ARCHILA DE MIRANDA.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**

**DOCENTES DIRECTORES:
LIC.DAVID ROSALES AREVALO
LIC.JUAN BAUTISTA ULLOA.**

OCTUBRE, 2011
SANTA ANA EL SALVADOR CENTRO AMERICA.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**"EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS BIOLÓGICOS Y ECONÓMICOS EN
EL FUNCIONAMIENTO DE DOS TIPOS DE JAULAS FLOTANTES
UTILIZADAS EN EL CULTIVO DE PECES EN EL LAGO DE ILOPANGO, EL
SALVADOR".**

**PRESENTADO POR:
WENDY KARINA ARCHILA DE MIRANDA.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO
Msc. RICARDO FIGUEROA CERNA.**

**DOCENTES DIRECTORES:
LIC.DAVID ROSALES AREVALO
LIC.JUAN BAUTISTA ULLOA.**

OCTUBRE, 2011

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**"EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS BIOLÓGICOS Y ECONÓMICOS EN
EL FUNCIONAMIENTO DE DOS TIPOS DE JAULAS FLOTANTES
UTILIZADAS EN EL CULTIVO DE PECES EN EL LAGO DE ILOPANGO, EL
SALVADOR".**

**PRESENTADO POR:
WENDY KARINA ARCHILA DE MIRANDA.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

Msc. RICARDO FIGUEROA CERNA. F.....

DOCENTES DIRECTORES:

LIC.DAVID ROSALES AREVALO F.....

LIC.JUAN BAUTISTA ULLOA F.....

OCTUBRE, 2011

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M.en C.RUFINO ANTONIO QUEZADA

VICERECTOR ACADEMICO

M.en C.MIGUEL ANGEL RAMOS

VICERECTOR ADMINISTRATIVO

M.en C.OSCAR NOE NAVARRETE

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FISCAL GENERAL

Dr. RENE MADECADEL PERLA JIMENEZ

OCTUBRE, 2011

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

DECANO

LIC. JORGE MAURICIO RIVERA

VICE DECANO

M.en C. ELADIO EFRAIN ZACARIAS ORTEZ

SECRETARIO

LIC. VICTOR HUGO MERINO QUEZADA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

M.en C. RICARDO FIGUEROA CERNA.

OCTUBRE, 2011

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTROAMERICA.

DEDICATORIA

**A la memoria de mi madre Lic. Edita Nirma Escamilla de Archila : Por ser el tesoro más valioso que tuve en mi vida a quien amo ,admiro y respeto, porque siempre me dió comprensión y fortaleza para seguir cada una de las metas propuestas en mi vida, eso y más la hacen una madre excepcional...
(Q. E. P. D)**

A mi padre

Prof.Rodolfo Archila Henrriquez.

Por apoyarme e inculcarme valores de responsabilidad con los cuales he logrado culminar mis metas.

A mis hermanos:

**Lic. Natalia Archila de Cañas, Lic. Nirma Archila de Aguilar, Lic. sulman Archila,
y Lic. Óscar Archila :**

Que me impulsaron siempre para seguir adelante y con su compañía animaron los momentos duros de la vida.

A mis Sobrinos:

Alejandro y Ariel:

Porque le han dado más felicidad a mi vida y por haber sido uno de mis más grandes incentivos para mi formación profesional.

A mi Esposo:

Lic. Henry Joseph Miranda:

En quien tuve la confianza de apoyarme en este trabajo de investigación y que jamás me ha defraudado; a quien admiro y me ha ayudado en el transcurso de la carrera hasta el final de ésta, y que si no fuera por su esfuerzo y dedicatoria no hubiera logrado culminar con esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Y A LA VIRGEN MARIA AUXILIADORA por estar conmigo en todo momento.

El presente trabajo no hubiera sido posible sin el entusiasmo y acertado asesoramiento del Lic. David Rosales Arévalo. Catedrático de la Universidad de El Salvador y al Lic. Juan Bautista Ulloa. Biólogo Consultor.

Al Sr. Efrén Bernabé Rosa. Jefe de CENDEPESCA en El Lago de Ilopango por su ayuda y apoyo en la información proporcionada en el tema del Cultivo de Peces en Jaula Flotantes.

Al Ing. Ricardo Mancia propietario del Proyecto La Playita y al Sr. Natividad Rauda encargado del Proyecto San Agustín. Por las facilidades proporcionadas en la toma de datos y muestreos durante la fase de investigación.

Al Lic. Henry Miranda .Por su dedicación absoluta brindada en la fase de campo, así también en la revisión y corrección de esta investigación.

A la Ing. Kelly Aguilar Jefe de la Administración Académica del Departamento de Ciencias Naturales y Matemáticas UES. Por su ayuda y colaboración en toda circunstancia.

Al Lic. Mario Santamaría Catedrático del Departamento de Química UES. Por sus valiosos conocimientos y enseñanzas en su especialidad académica.

A la Dra. Verganza Catedrática del Departamento de Química UES. Por su orientación desinteresada e incondicional en todo momento.

INDICE

Contenido	pág.
RESUMEN.....	XII
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	2
3. REVISION DE LITERATURA.....	3
3.1 Antecedentes del cultivo de peces en jaulas en El Salvador	3
4. METODOLOGIA.....	5
4.1 Descripción del área de estudio.....	5
4.2 Manejo del cultivo de peces en jaulas.....	6
4.2.1 Siembra.....	7
4.2.2Alimentación	7
4.2.3Muestreos de crecimiento y peso de los peces.....	8
4.2.4Cosechas.....	8
4.2.5Control de calidad de agua.....	8
4.2.6Comercialización e ingresos.....	8
4.3 Metodología de la investigación.....	9
4.3.1 Tipo y diseño de la investigación	9
4.3.2 Población y muestra	10
4.3.3 Recolección de datos.....	10
4.3.4 Procesamiento y tabulación de datos.....	10
4.3.5 Análisis de datos.....	11
5. RESULTADOS	13
5.1 Resultados biológicos de calidad de agua	13
5.1.1Datos globales del ciclo cultivo de la tilapia gris.....	13
5.1.2Crecimiento medio de longitud en el ciclo de cultivo.....	14

5.1.3	Crecimiento medio de peso en el ciclo de cultivo.....	16
5.1.4	Relación talla/peso de la Tilapia gris en el ciclo de producción	17
5.1.5	Otros parámetros biológicos	18
5.1.6	Calidad de agua, temperatura y oxígeno disuelto.....	21
5.2	Resultados económicos.....	23
5.2.1	En un ciclo de producción	23
5.2.1.1	Costos de operación.....	23
5.2.1.2	Costos fijos.....	24
5.2.1.3	Costos totales.....	25
5.2.1.4	Ingresos.....	25
5.2.1.5	Evaluación económica.....	26
5.2.2	Resultados económicos en un año de vida de los proyectos.....	28
5.2.3	Resultados económicos en dos años de vida de los proyectos.....	31
5.2.4	Evaluación económica en un ciclo y para los años 1 y 2.....	32
6.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	35
7.	CONCLUSIONES.....	41
8.	RECOMENDACIONES.....	44
9.	LIETRATURA CITADA.....	45
APENDICE		

LISTA DE CUADROS

Contenido	pág.
Cuadro1.Resultados generales del ciclo de cultivo de Tilapia gris (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	13
Cuadro 2. Valores modales de muestreo de longitud y peso de la tilapia en 3 jaulas flotantes desde la siembra hasta la cosecha en cada Proyecto.....	14
Cuadro 3. Datos de la relación de longitud y peso medio de los peces en jaulas flotantes durante un ciclo de producción en ambos Proyectos.....	17
Cuadro 4. Valores medios de los parámetros biológicos registrados durante un ciclo de producción de la Tilapia gris para cada proyecto.....	19
Cuadro 5ª.Valores modales de calidad de agua referida al parámetro de Temperatura por estratos de profundidad, en las zonas de ambos proyectos.....	22
Cuadro 5b.Valores modales de calidad de agua referida al parámetro de Oxígeno disuelto por estratos de profundidad, en las zonas de ambos proyectos.....	23
Cuadro 6ª. Costos de operación como insumos gastados durante un ciclo de producción de Tilapia gris en 3 jaulas flotantes para cada Proyecto.....	24
Cuadro 6b.Costos fijos y totales realizados en un ciclo de producción de cultivo de Tilapia gris en 3 jaulas flotantes en cada Proyecto.....	25
Cuadro 7.Ingresos económicos, productos de las ventas de tilapia cosechada en un ciclo de producción para cada Proyecto.....	26
Cuadro 8. Evaluación económica en un ciclo de producción de Tilapia gris cultivada en 3 jaulas flotantes para cada proyecto.....	27
Cuadro 9. Costos, ingresos y evaluación económica de 3 jaulas realizando 3 cosechas durante un año de vida de ambos proyectos.....	29
Cuadro10. Costos, ingresos y evaluación económica de 3 jaulas realizando 3 cosechas durante el año 2 de vida de ambos proyectos.....	31
Cuadro11. Evaluación económica comparativa durante un ciclo de producción y para los años 1 y 2 con módulos de 3 jaulas realizando 3 cosechas durante la vida de ambos proyectos.....	33

LISTA DE FIGURAS O GRAFICOS

Contenido	pág
Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de los 2 proyectos de muestreo de peces en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango.....	5
Gráfica 2.Crecimiento medio en tallas a partir de las siembras de tilapias cultivadas en jaulas en ambos proyectos, según muestreos quincenales durante 90 días en el Lago de Ilopango	14
Gráfica 3. Crecimiento medio en peso a partir de las siembras de tilapias cultivadas en jaulas en ambos proyectos, según muestreos quincenales durante 90 días en el Lago de Ilopango	16
Gráfica 4.Relacion talla peso de tilapias cultivadas en jaulas durante 90 días a partir de la siembra en ambos proyectos.....	18
Gráfica 5.Resultados biológicos registrados en el uso de 2 tipos de jaulas en el cultivo de peces en el Lago de Ilopango, ciclo 1.....	20
Gráfica 6.Valores modales de Temperatura según niveles de profundidad en las zonas de los proyectos, en el Lago de Ilopango.....	22
Gráfica 7.Valores modales de Oxigeno disuelto en el agua según niveles de profundidad en las zonas de los proyectos, en el Lago de Ilopango.....	23
Gráfica 8.Costos de producción por libra y la relación beneficio costo en el uso de 2 tipos de jaulas en el Lago de Ilopango, ciclo 1.....	27
Gráfica 9.Evaluación de costos, ingresos y utilidades económicas, en el uso de 2 tipos de jaulas en el Lago de Ilopango, ciclo 1.....	28
Gráfica 10.Costos de producción por libra y la relación beneficio costo en el uso de 2 tipos de jaulas en el Lago de Ilopango, Año 1 y 2.....	30
Gráfica 11.Evaluación de Costos, ingresos y utilidades económicas en el uso de 2 tipos de jaulas en el Lago de Ilopango, Año 1 y 2.....	34

RESUMEN

Durante el período del 6 de abril al 6 de julio de 2011, con el objeto de evaluar los resultados biológicos y económicos obtenidos en el uso de dos tipos de jaulas flotantes destinadas al cultivo de peces en el lago de Ilopango, se desarrolló la fase experimental de un ciclo de producción de peces en jaulas con la Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en los proyectos San Agustín que utilizó 3 jaulas pequeñas de 4x4x3 m, 48 m³ y tasas de siembra de 83 peces/m³ y La Playita, que utilizó 3 jaulas grandes de 6x6x4 m, 144 m³ y tasas de siembra de 32.41 peces/m³, ambos ubicados en similares condiciones geográficas y ambientales en el Municipio de San Pedro Perulapán, departamento de Cuscatlán, El Salvador.

En ambos proyectos se registraron valores de parámetros biológicos similares y otros que tuvieron marcadas diferencias, destacándose en estos últimos, los índices de conversión alimenticia de 1.31 en las jaulas pequeñas y 1.67 en las grandes; las biomásas por volumen fueron mayores en las pequeñas con 25.93 libras /m³ y 11.41 en las grandes. Las producciones por jaulas fueron de 1,244.55 libras en San Agustín y 1,642.83 en La Playita; las densidades medias de población bajo cultivo y los rendimientos en las biomásas por volumen, mayores en San Agustín, presentaron diferencias significativas con respecto a lo obtenido en La Playita.

En cuanto a la calidad del agua, la temperatura y oxígeno disuelto fueron bastante similares en las zonas de los proyectos y se encontraron en los límites de aceptación para el desarrollo normal del cultivo de Tilapia gris.

En la evaluación económica de ambos proyectos, se destacan los costos de construcción de las jaulas pequeñas que representaron el 36.5 % de las grandes; las utilidades fueron relativamente similares en ambos proyectos; el costo de producción por libra fue más bajo en las jaulas pequeñas y la relación B/C fue de 1.77 en las pequeñas y 1.52 en las grandes; sin embargo, solamente este último, presentó diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza

1. INTRODUCCION

La producción pesquera artesanal en el Lago de Ilopango está integrada por las especies de mayor importancia comercial conformada por la tilapia *Oreochromis niloticus*; la mojarra negra *Amphilophus macracanthus*; el guapote tigre *Parachromis managuensis* y el pez ejote *Melaniris guija* .

En dicho lago, según los Anuarios Estadísticos del 2004 al 2006, indican que existe un agotamiento severo de los recursos pesqueros, demostrado mediante el descenso de los desembarques indicados en la forma siguiente: en el 2004 se reportan 859,248 Kg y descienden a los 529,566 kg reportado en el 2006.

La tilapicultura, utiliza jaulas suspendidas en la superficie sin tocar el fondo del lago; se construye de materiales que mantienen a los peces en su interior, con un sistema de manejo de altas densidades en volúmenes definidos; a los peces se les suministra alimento peletizado desde la siembra de los alevines hasta la cosecha, hasta alcanzar la talla comercial de dos y medio a tres meses.

Estos cultivos de peces en jaulas flotantes generan ingresos económicos y beneficios sociales a las comunidades que colindan con el Lago de Ilopango.

Dicho trabajo se hizo comparando las diferencias biológicas y económicas existentes entre la utilización de jaulas pequeñas (4x4x3 m) comparadas con las jaulas de mayor tamaño (6x6x4 m), ambos del Municipio de San Pedro Perulapán. Durante el periodo comprendido del 6 de abril al 6 de julio del 2011.

Esta investigación es la primera en su género, es por ello que se presenta para dar a conocer las ventajas biológicas y económicas de usar alguno de los dos tipos y tamaños de las jaulas flotantes, así como las recomendaciones para mejorar los rendimientos por unidad de volumen en la producción de pescado y en los ingresos económicos de los proyectos en la zona de estudio

2 .OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

2 GENERAL

- Evaluar mediante la toma de datos, los resultados biológicos y económicos de dos tipos de jaulas flotantes utilizadas en el cultivo de peces en el lago de Ilopango con el propósito de demostrar las diferencias entre los tamaños de jaulas pequeñas comparadas con las grandes durante los ciclos de producción.

2.2 ESPECÍFICOS

- Comparar desde el punto de vista biológico los resultados obtenidos en el uso de 2 tamaños de jaulas orientadas a la producción de piscimasa, expresado como libras cosechadas por unidad de volumen.
- Evaluar con un enfoque económico los costos fijos y de operación, así como los niveles de ingresos por las ventas de pescado, las utilidades y la relación beneficio costo de los 2 tipos de jaulas.
- Determinar las diferencias en el rendimiento biológico y económico del tipo de jaula flotante más eficiente, durante el ciclo de producción.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Antecedentes del cultivo de peces en jaulas

La descripción del cultivo de peces en jaulas flotantes en El Salvador en lo referente a la producción de tilapia, tiene como antecedentes los trabajos de Godínez González(1974 , 1975:25-30) quien menciona que la tilapia soporta densidades altas por volumen y también acepta alimentos balanceados dentro de los cuales están subproductos agrícolas mezclados con vitaminas y porcentajes de proteína al 28%.

Los proyectos a nivel comercial tienen como antecedente los de Corea (2001,2003:14-19), en donde obtuvo rendimientos de cosecha superiores a las 2,000 libras de pescado por jaula por ciclo de producción; Rosa (2001:4-6), confirmó los resultados obtenidos por Corea; Ulloa (2005 a 2008) en la elaboración de planes de manejo de proyectos de cultivo de peces en jaulas flotantes ratificó los rendimientos por unidad de volumen de Coreas y Rosa.

Como antecedentes en el aspecto económico solamente se tiene el de Ulloa et al (2005) donde se hace una evaluación técnica económica de un proyecto típico de cultivo de peces en jaulas en el lago de Ilopango.

Con respecto al cultivo de peces en jaulas en embalses de México, Alamilla (2004:5-6), Tovar, (2004:5-6), reportan tallas máximas de crecimiento a 90 días de cultivo en 25 cm.

En relación a la tasa media de crecimiento en peso en un tiempo de 90 días de cultivo, Zapata Tobon et.al, (2005) en el embalse de Betania, Colombia, encontró peces con un valor de 1.70 gramos.

Alamilla Tovar , (2004) Zapata Tobon et.al ,(2005) y Saavedra M,(2006) reportan que las tasas de sobrevivencia de los peces de tilapia gris cultivados en jaulas pueden alcanzar de un 75 a 85 % y mortalidades medias de un 15 a 25 % .

En cuanto a los resultados de biomasa cosechada por unidad de volumen y total por jaulas, Córdova P y J.L.Saldivar (2003:19-21) con respecto a los cultivos de Tilapia en jaulas en Colombia afirma que dichos resultados están directamente relacionadas con la densidad o población total de peces bajo cultivo, manejados en iguales condiciones técnicas y ambientales .

Acerca de las evaluaciones económicas, Ulloa et.al (2005) hace énfasis para evaluar la factibilidad de proyectos de cultivo de peces en jaulas en el Lago de Ilopango, el utilizó criterios de evaluación a los indicadores económicos del índice de lucratividad o razón beneficio/costo y la utilidad, que genera los beneficios directos después resarcir los costos totales del proyecto.

Bajo este mismo aspecto, Ulloa et.al (2005) determinó una TIR del 36% para varios proyectos en el Lago de Ilopango.

Según Ulloa(2008),con respecto a la Tilapicultura en jaulas en El Salvador, aproximadamente desde 1980 hasta la actualidad, el cultivo a nivel comercial tiene antecedentes positivos en la generación de ingresos económicos y beneficios sociales a las comunidades, en especial en los cuerpos de agua dulce, en el Lago de Ilopango, Lago de Guija, Embalse 5 de Noviembre y Laguna de Apastepeque. Solamente durante el 2009, se reporta la existencia de 19 proyectos de cultivos de peces en el Lago de Ilopango, 4 Proyectos en el Lago de Guija, 3 en el Embalse 5 de Noviembre y uno en la Laguna de Apastepeque.

Generalmente las jaulas flotantes que se utilizan en lagos, lagunas y embalses de El Salvador son las de mayor tamaño (6x6x4 m); sin embargo existen 3 proyectos en el Lago de Ilopango que utilizan jaulas más pequeñas (4x4x3 m).

4. METODOLOGIA

4.1 Descripción del área de estudio

El Proyecto de investigación se realizó en el Lago de Ilopango, cuyas coordenadas geográficas de referencia son 13°41'53.9" Latitud Norte y 89°4'44.4" Longitud Oeste. Está situado 13.0 Km. al oriente de la ciudad de San Salvador a 449 msnm.

Dicho lago es de origen volcánico, tiene una profundidad máxima de 1,500 metros y una extensión de 74 km²; es de clima cálido y pertenece al tipo de tierra caliente.

En general para el lago de Ilopango, la información referente a la calidad de agua, la dureza del agua se encuentra en un rango que va de 162 a 163 mg/l, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 4 a 6.5 mg/l; transparencia: 1.80 a 12 metros; nitrógeno total: 1.43 a 29.15 mg/l; salinidad: 0.9 a 1.1 ppm; oxígeno disuelto va de 0.1 a 8.6 mg/l y el pH 7.0 a 9.5. Se ubica entre los departamentos de San Salvador, Cuscatlán y La Paz.

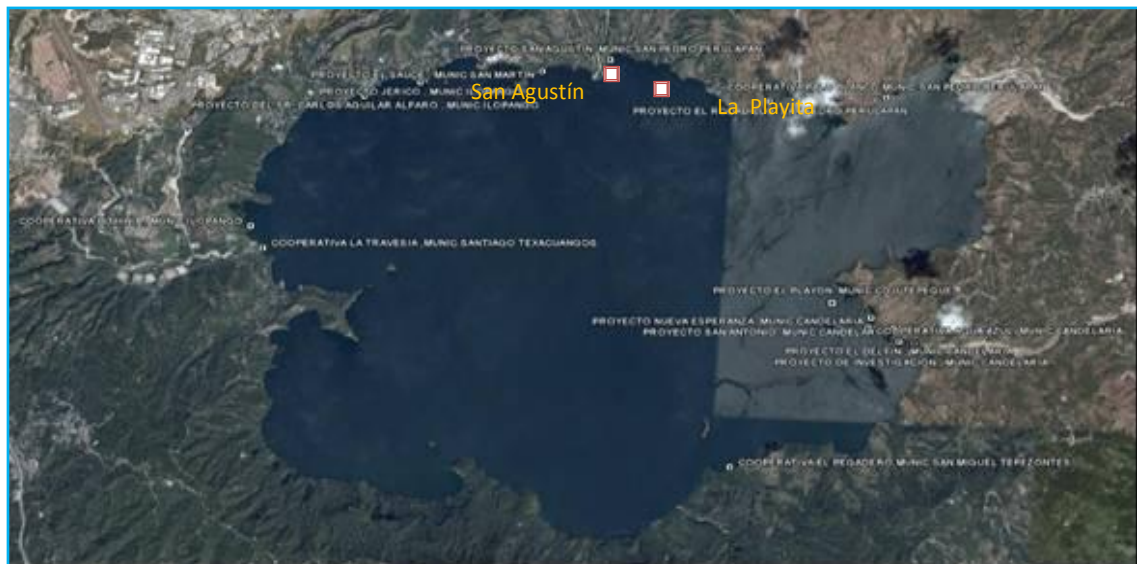


Fig. 1 Ubicación de todos los Proyectos de peces en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango y los 2 que fueron tomados como muestras: La Playita situado a 13°42'12" L N y 89°01'57" LO y el proyecto San Agustín ubicado 13°42'19" L N y 89°02'42" LO

En el Lago de Ilopango actualmente existen 21 proyectos de cultivo de peces en jaulas flotantes en 16 Cantones ribereños de los 9 Municipios que colindan con dicho lago; en

2 de ellos, el de San Agustín ubicado 13°42'19" L N y 89°02'42" LO que utiliza jaulas pequeñas de(4x4x3 m) el de La Playita, situado a 13°42'12" L N y 89°01'57" LO que utilizan jaulas de (6x6x4 m) ,ambos ubicados en Municipio de San Pedro Perulapán en el departamento de Cuscatlán, ambos se tomaron como fuentes de información para dicha investigación.

4.2 Manejo del cultivo de peces en jaulas

El cultivo de peces en jaulas es un proceso por el cual se cultivan especies acuáticas con fines comerciales o recreativas donde se lleva un control de crecimiento y engorde con altas densidades, desde alevines hasta alcanzar una talla comercial.

La Tilapia gris *Oreochromis niloticus*, es una especie de fácil manejo, resistente al manipuleo, enfermedades y a los factores físicos químicos de temperatura, oxígeno disuelto; es omnívora pero acepta muy bien los alimentos balanceados y da buenos rendimientos en altas densidades de cultivo por metro cúbico; ésta última característica de la especie permite que se obtengan mayores volúmenes de producción y se disminuyen los costos de operación, haciéndose más rentable para los proyectos.

Se ha observado que la tilapia gris cultivada en proyectos con jaulas flotantes presenta las siguientes ventajas:

- Evita la reproducción, por lo que se puede utilizar machos y hembras en el cultivo
- Se puede realizar varias siembras y cosechas de peces en un mismo cuerpo de agua
- La inversión inicial es baja debido a que la tecnología es relativamente económica y simple
- No requiere construcciones permanentes, dado que son fácilmente desmontables.
- Facilita la observación y control de la población y de los depredadores.
- Permite cosechar parcialmente de acuerdo con una programación.

- Retorno Rápido del capital invertido y facilitar el inventario.

Como desventajas se mencionan las siguientes:

- Difícil manejo cuando se presentan oleajes intensivos.
- Existe total dependencia de la alimentación artificial.
- Aumenta el riesgo de robo dentro de la producción.
- Requiere personal capacitado para su manejo.

4.2.1 Siembra

En los proyectos se desarrolla una etapa previa de precría o levantamiento que consiste en la siembra de los peces de tilapia gris con tamaños de 3 a 4 cm y peso de 5 a 7 gramos durante un transcurso de 30 días aproximadamente hasta llevarlos a la talla de siembra en las jaulas de engorde con longitudes medias de 6 a 8 cm y de 10 a 12 gramos de peso .Las precrías se compran y transportan en bolsas plásticas con oxígeno conteniendo 200 peces en cada bolsa.

En cada jaula se sembraron un promedio 32.41 individuos por m³ en las jaulas de 6x6x4 m y 83.33 peces por m³ en las jaulas de 4x4x3 m; la siembra se realizó en las primeras horas de la mañana para evitar mortalidades por exceso de temperatura y deficiencia de oxígeno disuelto en el agua; la compra y transporte de los alevines se le hizo a los proveedores cercanos a la geografía del proyecto.

4.2.2 Alimentación

En la alimentación de los peces, se utilizó un pelet de harina con 40% de proteína, la cual se aplicó a una razón variando del 10 % del peso medio corporal de los peces a partir de la siembra hasta un 3.5% que es cuando se aproximan las cosechas, estos porcentajes se determinan a través de los muestreos quincenales; la alimentación se aplica 2 veces por día, una en la mañana y otra en la tarde, en dosis de acuerdo al porcentaje del peso corporal y los tamaños en longitudes.

El alimento es comprado a proveedores locales ya conocidos en el mercado, ellos lo transportan en camiones desde las fábricas de producción hasta las riberas del lago de Ilopango.

4.2.3 Muestreos de crecimiento y peso de los peces

A partir del momento de la siembra, en cada jaula, quincenalmente se realizaron los muestreos de longitud (cm) y peso (gr), tomando una muestra de 20 peces de cada una, utilizando la tabla 3.

4.2.4 Cosechas

Los momentos o épocas de las cosechas parciales o totales por jaula, fueron determinadas a través de los muestreos quincenales de peso y longitudes, las cuales se llevaron a cabo de acuerdo a la demanda del producto en el mercado local, vendiéndolo generalmente en la zona del proyecto; los compradores normalmente trasladan el producto desde los proyectos hacia los mercados de Ilopango, San Martín, Soyapango y San Salvador.

4.2.5 Control de calidad de agua

El monitoreo de la calidad del agua para el cultivo de tilapias en las jaulas de cada proyecto, con respecto a temperatura y oxígeno disuelto, se realizó con mediciones cada 15 días, con equipos de medición científica (Oxigenómetro y medidor temperatura). La toma de datos se hizo utilizando el formulario de muestreos en el apéndice 3.

4.2.6 Comercialización e ingresos

En cada proyecto se llevó un registro de cosechas y comercialización para calcular los ingresos producidos según tipo de jaula. La comercialización de tilapia producida se realizó con precios de acuerdo a la oferta y la demanda, en este caso fué de \$1.50 por libra, con peces que variaron de peso de 160 a 200 gr y longitudes de 18 a 21 cm.

Es de manifestar que los comerciantes que llegan a los proyectos son de la ribera del Turicentro de Apulo y la playa del Palo Seco en el Lago de Ilopango, así también vendedores de los mercados urbanos de Soyapango, Ilopango y San Martín. El producto lo transportan entero, fresco y en hielo.

4.3 Metodología de la investigación

4.3.1 Tipo y diseño de la investigación

Este proyecto fue de carácter experimental a nivel de campo, mediante la extracción directa de datos con las variables de manejo referidas al tamaño y volumen de las jaulas, densidades de peces por metro cúbico, costos de producción e ingresos por cosechas en ambos proyectos que sirvieron de muestra durante un ciclo de producción. El resto de las condiciones de manejo, en los 2 proyectos para cada tipo de jaula se mantuvo en forma similar.

El diseño de la investigación fue de carácter cuantitativo, mediante la toma de fuente directa de la información en el sitio, comparando los resultados obtenidos de carácter biológico y económico durante la fase de campo en el manejo de un ciclo de producción en ambos proyectos que fue de 90 días desde el 6 abril al 6 de julio de 2011.

Se compararon los resultados de los datos de campo para las jaulas grandes utilizadas por el Proyecto La Playita y el de San Agustín para las jaulas pequeñas, ambos del Municipio de San Pedro Perulapán.

Los datos de campo fueron expresados y procesados estadísticamente como valores absolutos y relativos para el cálculo de las valoraciones del rendimiento biológico y económico, empleando los parámetros estadísticos de las diferencias de medias entre los resultados de los 2 tipos de jaulas, la desviación estándar de los valores absolutos con respecto a la media, análisis de curvas de regresiones en varias modalidades y cálculos de pendientes de las curvas de los gráficos con la fórmula $m = (Y2 - Y1) / (X2 - X1)$.

4.3.2 Población y muestra

La población total de Proyectos existentes en dicho lago es de 21 y de ellos la muestra tomada fue de 2, que son los que se encuentran ubicados en condiciones ecológicas y geográficas similares, siendo ellos los del proyecto La Playita que usa jaulas 6x6x4 m y el grupo Acuícola de San Agustín que usa jaulas de 4x4x3 m; ambos están ubicados en el Cantón San Agustín, Municipio de San Pedro Perulapán, en el departamento de Cuscatlán dentro del lago de Ilopango.

La toma de la muestra fue estratificada y representa a los proyectos que utilizan ambos tipos de jaula, estos se encuentran en similares condiciones.

4.3.3 Recolección de datos

Los pasos en la recolección de datos en los 2 tipos de proyecto, se hizo con un orden lógico por medio de los viajes de campo para efectuar la toma de los datos en el manejo de los ciclos de producción, que se desarrolló en los 2 Proyectos antes mencionados, que fueron la fuente de información para dicha investigación .

La toma de datos fue en forma directa en el sitio, comparando los resultados obtenidos de carácter biológico y económico, durante la fase de campo en el manejo de un ciclo de producción en ambos proyectos que fue de 90 días .En esta fase se utilizaron los formularios y hojas de cálculo del apéndice 1,2 y3

4.3.4 Procesamiento y tabulación de datos

Los datos de manejo desde la siembra hasta la cosecha y comercialización se llevaron en los formularios del apéndice 1,2 y3 ,tanto en el componente biológico como en el económico ,los que se procesaron en hojas electrónicas de Excel, construyendo tablas y gráficos que han servido de base para facilitar el análisis de los resultados obtenidos a nivel comparativo en los 2 tipos de jaulas utilizados y que son objeto de la investigación.

4.3.5 Análisis de datos

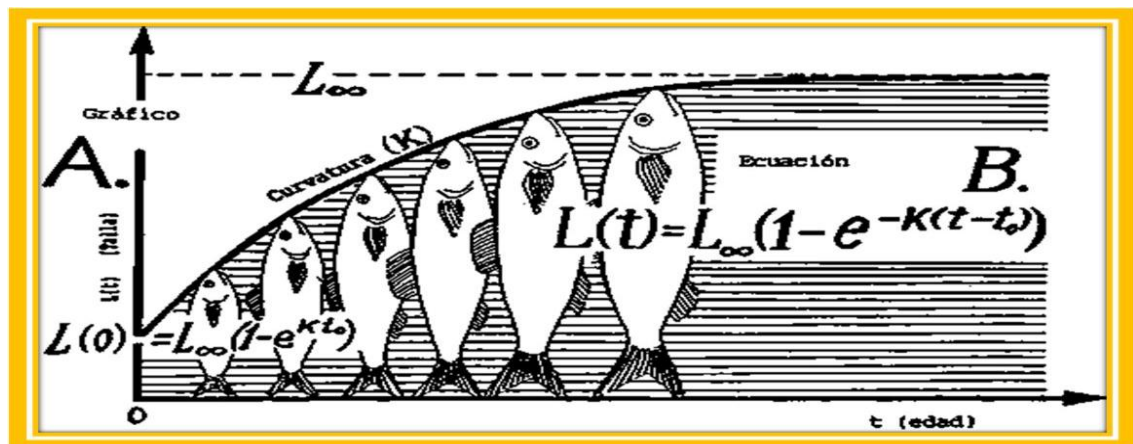
Los datos de campo fueron expresados y procesados estadísticamente como valores absolutos y relativos para el cálculo de las valoraciones de rendimiento biológico y económico en el uso de los 2 tipos de jaulas investigados; se complementaron los análisis de los datos absolutos con el empleo de los parámetros estadísticos, las diferencias de medias entre los resultados de los 2 tipos de jaulas y la desviación estándar de los valores absolutos con respecto a la media; la representación gráfica de los resultados fueron analizados con modalidades de curvas de regresión tipo exponencial, logarítmica, lineal y polinómica y con cálculos de las pendientes; en los análisis económicos de los resultados se usaron interpretaciones matemáticas financieras de costos totales, costos de producción, utilidades y la relación beneficio/costo.

La significancia estadística de las diferencias de los datos registrados en ambos proyectos se hizo por medio del análisis de diferencia de medias.

Formulas aplicadas:

a) Parámetros biológicos :

Longitud, Peso y Relación talla/peso. (Ecuación de Crecimiento de Von Bertalanffy)



Tasa de Mortalidad : $m = \frac{m_t}{N_T} \times 100$

N_T (población total)

Tasa de Supervivencia: S = $\frac{\text{Población sobreviviente } N_s \times 100}{N_T \text{ (población total)}}$

Biomasa Cosechada: B = $\text{Población sobreviviente } N_s \times P_m = \text{gr, lbs o kg.}$

Índice de Conversión Alimenticia: Ci = $\frac{\text{Cantidad de alimento suministrado}}{\text{Peso de biomasa cosechada}}$

b) Parámetros económicos :

Costo de producción por libra cosechada = $\frac{\text{Costo total /ciclo \$}}{\text{Nº de libras cosechadas/ciclo}}$

Utilidades = $\text{Ingresos totales/ciclo} - \text{gastos totales / ciclo}$

Relación Beneficio Costo = $\frac{\text{Ingresos totales / ciclo}}{\text{Costos totales por ciclo}}$

5. RESULTADOS

A continuación se describen los resultados obtenidos en el cultivo de peces en jaulas flotantes con la especie de Tilapia gris, durante un ciclo de producción de 90 días, para los Proyectos La Playita que usa jaulas de 6x6x4 m y el Proyecto San Agustín que usa jaulas de 4x4x3 m..

Dichos resultados se presentan en tablas y figuras haciendo las comparaciones de los parámetros biológicos y económicos obtenidos y registrados para ambos Proyectos, tomando en consideración la variable de los 2 tamaños de jaulas.

5.1 Resultados biológicos y de calidad de agua

5.1.1 Datos globales de Tilapia gris en el ciclo de cultivo

En la tabla 1, se presenta la información general del cultivo de tilapia gris en módulos de tres jaulas flotantes para los proyectos La Playita y de San Agustín, realizado durante periodo del 6 de abril al 6 de julio del 2011 en dicho lago.

Tabla 1.Resultados generales del ciclo de cultivo de Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*)

PROYECTOS Y TIPO DE JAULAS	PROYECTO LA PLAYITA (JAULAS DE 6x6x4 M)						PROYECTO SAN AGUSTIN (JAULAS DE 4x4x3 M)					
	1	2	3	SUMA	MEDIA	DESV STAND	1	2	3	SUMA	MEDIA	DESV STAND
No. JAULAS /PARAMETROS ESTADISTICOS												
Población total de peces sembrados por jaula (N)	4,000.00	5,000	5,000	14,000	4,666.67	577.35	4000	4000	4000	12,000	4,000	0.00
Densidad de población o tasa de siembra (Peces/M3)	27.78	34.72	34.72	97.22	32.41	4.01	83.33	83.33	83.33	250.00	83.33	-
Talla media de siembra de los peces (cm)	6.00	6.50	6.70	19.20	6.40	0.36	6.80	6.50	7.00	20.30	6.77	0.25
Peso medio de siembra de los peces (gr)	8.70	10.50	8.50	27.70	9.23	1.10	12.50	11.50	11.00	35.00	11.67	0.76
Tasa de alimentación inicial (libras /día)	2.87	4.34	3.51	10.72	3.57	0.73	1.85	1.70	1.63	5.17	1.72	0.11
Tasa de crecimiento medio de peces por ciclo (cm /semana)	1.53	1.38	1.48	4.39	1.46	0.08	1.47	1.58	1.53	4.58	1.53	0.06
Tasa media de alimentación media por ciclo (libras /día)	25.33	30.98	29.45	85.76	28.59	2.92	18.11	18.35	18.05	54.51	18.17	0.16
Tasa de crecimiento medio de peces por ciclo (cm /semana)	1.53	1.38	1.48	4.39	1.46	0.08	1.47	1.58	1.53	4.58	1.53	0.06
Tasa de engorde medio de peces por ciclo (gr /semana)	16.78	17.71	16.71	51.19	17.06	0.56	16.04	16.71	16.50	49.25	16.42	0.34
Talla media de cosecha de los peces por ciclo (cm)	20.10	18.50	21.30	59.90	19.97	1.40	21.70	22.30	22.60	66.60	22.20	0.46
Talla máxima de cosecha de los peces por ciclo (cm)	24.40	23.00	24.50	71.90	23.97	0.84	24.40	25.50	25.30	75.20	25.07	0.59
Peso medio de cosecha de los peces por ciclo (gr)	186.00	182.00	173.00	541.00	180.33	6.66	167.80	162.40	167.30	497.50	165.83	2.98
Peso máximo de cosecha de los peces por ciclo (gr)	210.00	223.00	209.00	642.00	214.00	7.81	205.00	212.00	209.00	626.00	208.67	3.51
Biomasa cosechada por ciclo (libras)	1,455.65	1,780.43	1,692.39	4,928.48	1,642.83	167.97	1,240	1,257	1,237	3,734	1,244.55	10.80
Biomasa cosechada por unidad de volumen (libras /M3)	10.11	12.36	11.75	34.23	11.41	1.17	25.84	26.18	25.76	77.78	25.93	0.22
Población total de peces cosechados por ciclo (N1)	3,600	4,500	4,500	12,600.00	4,200.00	519.62	3,400	3,560	3,400	10,360	3,453	92.38
Tasa de Mortalidad a 90 días(%)	0.13	0.10	0.10	0.33	0.11		14.60	10.08	14.45	39.13	13.04	2.57
Tasa de sobrevivencia (%)	0.90	0.90	0.90	2.70	0.90	0.02	0.85	0.89	0.85	2.59	0.86	0.02
No peces por libra cosechada	2.75	2.75	2.75	8.25	2.75	-	2.75	2.75	2.75	8.25	2.75	-
Índice de conversión alimenticia	1.88	1.57	1.57	5.01	1.67	-	1.31	1.31	1.31	2.63	1.31	0.00
Alimentación suministrada (% de proteína)	40.00	40.00	40.00	120.00	40.00	0.18	40.00	40.00	40.00	120.00	40.00	-
Total de alimento suministrado por ciclo (qq)	27.33	27.88	26.50	81.71	27.24		16.30	16.51	16.25	49.06	16.35	0.14
No días bajo cultivo según jaula	90.00	90.00	90.00	270.00	90.00	-	90	90	90	270	90	0.00

5.1.2 Crecimiento medio de longitud en el ciclo de cultivo

Los valores modales y medios de crecimiento en longitud y peso de peces, cultivados durante los 90 días de un ciclo de producción, para los Proyectos ya señalados se presenta en la tabla 2 y figura 2.

Tabla 2. Valores modales de muestreo de longitud y peso de la tilapia gris cultivada en 3 jaulas flotantes desde las fechas de siembra 6 y 7 de abril hasta la cosecha 6 y 7 de julio de 2011 en cada Proyecto.

Días de cultivo	Longitud media de los peces en cm		Peso medio de los peces en gramos	
	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
1	6.50	7.20	10.60	11.00
15	12.00	14.20	15.50	16.00
30	16.00	17.00	25.00	28.30
45	17.00	18.30	70.50	82.00
60	18.00	20.50	130.20	146.50
75	20.50	22.00	202.50	218.40
90	22.70	23.50	245.30	255.80

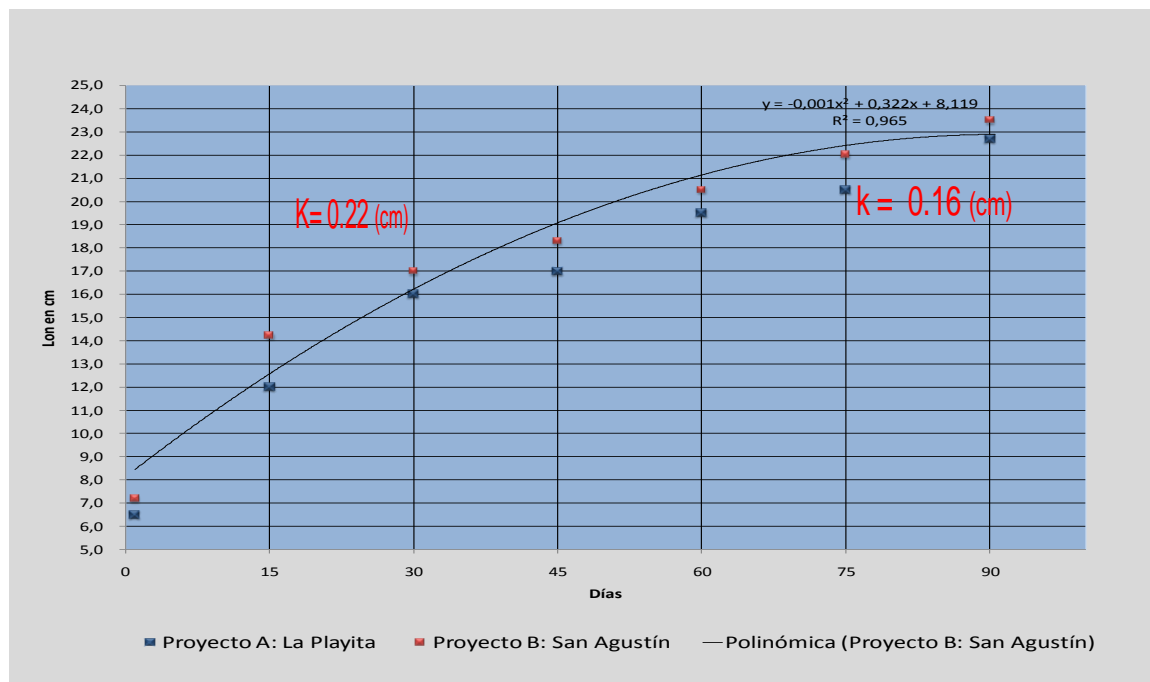


Fig.2 Crecimiento medio en tallas a partir de la siembra de tilapias cultivadas en jaulas en ambos proyectos según muestreos quincenales durante 90 días en el Lago de Ilopango.

Estos registros obtenidos indican según la figura 2 que los datos de crecimiento en longitud de la tilapia gris bajo cultivo tienen una tendencia hacia una curva de ajuste logarítmica con una representación del 96% del coeficiente de determinación e indica que dicha relación es bastante similar para ambos proyectos; se visualiza que la velocidad de crecimiento en longitud es mayor durante los primeros 45 días de cultivo con una tendencia directa con respecto al tiempo de cultivo, y a partir de allí en la segunda fase de los 45 días restantes, la velocidad va disminuyendo hasta alcanzar la talla máxima al final de los 90 días.

Tomando en consideración la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy que define a la longitud de un pez a un tiempo $L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))]$ donde se utiliza la edad o días de cultivo, t , como variable independiente (x) y los datos de longitud como variable dependiente (y), la ecuación define gráficamente una parábola en la que K representa la pendiente m como constante o tasa de crecimiento y el intercepto a , es la longitud inicial del pez $= -K * t_0$. El L_{∞} en el caso de la tilapia gris bajo cultivo se ha utilizado una longitud máxima de 24 centímetros que la alcanza a los 90 días.

Basándose en los argumentos anteriores y de acuerdo con la figura 2, se calculó la pendiente de la curva para los valores de talla que ocurre durante los primeros 45 días de cultivo, obteniendo un valor de $m = 0.22$ que representa la mayor tasa de crecimiento en longitud en centímetros para cualquier día de esa etapa de cultivo como crecimiento de los peces; mientras que para la fase de los segundos 45 días hasta llegar al día 90 de cultivo, el valor de la pendiente $m = 0.16$, tasa de crecimiento que resulta ser mucho menor que la de la primera fase de cultivo, por lo que los peces tienden a crecer en menor proporción.

Los valores medios como registros mínimos y máximos de longitud de los peces durante los 90 días de cultivo fueron de 6.5 cm y 23.5 cm; la determinación de los cálculos y valores de las tasas de crecimiento en longitud para ambos proyectos fue bastante similar.

5.1.3 Crecimiento medio de peso en el ciclo de cultivo

Con respecto al crecimiento en peso de los peces de tilapia gris cultivada, utilizando los valores de la tabla 2 y figura 3, los datos tienen una tendencia hacia una curva de ajuste exponencial con una representación del 98% del coeficiente de determinación e indica que dicha relación es bastante similar para ambos proyectos; se visualiza que la velocidad de crecimiento en peso es contrario al de la longitud, este incremento es menor durante los primeros 45 días de cultivo y a partir de allí va aumentando en forma rápida con una mayor proporción hasta alcanzar el peso máximo al final de los 90 días.

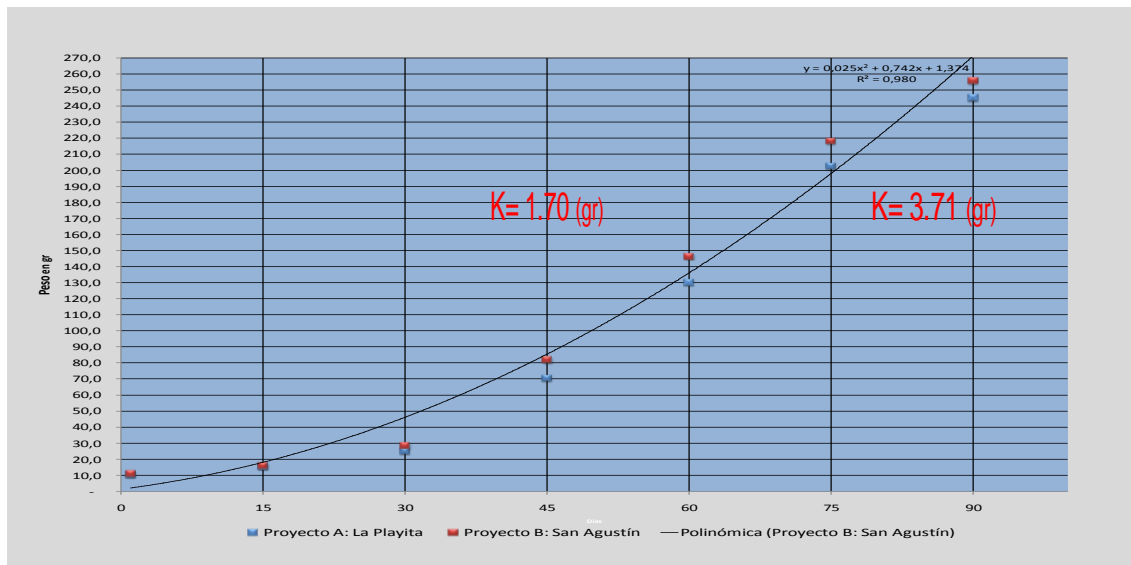


Fig. 3. Crecimiento medio en peso a partir de la siembra de tilapias cultivadas en jaulas en ambos proyectos según muestreos quincenales durante 90 días en el Lago de Ilopango.

Sustentándose en la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy convertida a peso, la que se puede escribir como: $W(t) = W_{\infty} * [1 - \exp(-K * t - t_0)]^3$ y de acuerdo con la figura 3, se calculó la pendiente de la curva para los valores de peso que ocurre durante los primeros 45 días de cultivo, obteniendo un valor de $m = 1.70$ que representa la tasa menor de crecimiento en peso en gramos para cualquier día de esa etapa de cultivo; mientras que para la fase de los 45 días hasta llegar al día 90 de cultivo, el valor de la pendiente m se incrementa a 3.71 gramos, resultando ser mayor que la tasa de engorde

de la primera fase de cultivo, que es en esta fase donde los peces adquieren los mejores pesos de cosecha.

Los valores medios como registros mínimos y máximos de peso de los peces durante los 90 días de cultivo fueron de 10.60 cm y 255.80 gr; para ambos proyectos la determinación de los cálculos y valores de las tasas de engorde fue bastante semejante.

5.1.4 La relación talla y peso de Tilapia gris en el ciclo de cultivo

Los parámetros biológicos relacionados con los muestreos de longitud y peso de la Tilapia gris cultivada durante un ciclo de producción en ambos proyectos fueron evaluados y se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Datos de la relación de longitud y peso medio de los peces en jaulas flotantes durante un ciclo de producción en ambos Proyectos

Proyecto	Longitud en cm	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0
La Playita	Peso en gr	10.0	10.5	12.0	12.8	14.5	16.0	20.0	35.0	55.0	65.7	85.0	100.7	135.0	155.0	180.0	210.6	240.3	270.5	330.0
San Agustín	Peso en gr	9.5	10.0	12.2	13.0	15.0	16.5	21.6	38.0	59.3	70.1	87.5	102.0	139.0	160.0	192.6	215.2	255.2	315.8	345.8

Para una fácil comprensión de los resultados se construyó la figura 4, observando que los datos de dicha relación presentaron tendencias ajustadas a un modelo polinómico durante los 90 días de cultivo bajo un estilo exponencial con una representación del 99% del coeficiente de determinación e indica que dicha relación es bastante similar para ambos proyectos; la relación talla / peso al valor medio de 16.5 cm de longitud de la tilapia tiene una suave tendencia de incrementos en peso menor comparados con los obtenidos a partir de este valor hacia el de 23.50 cm de longitud media máxima, que es mucho mayor, es decir, a mayores longitudes se obtienen los mayores pesos de la tilapia cultivada.

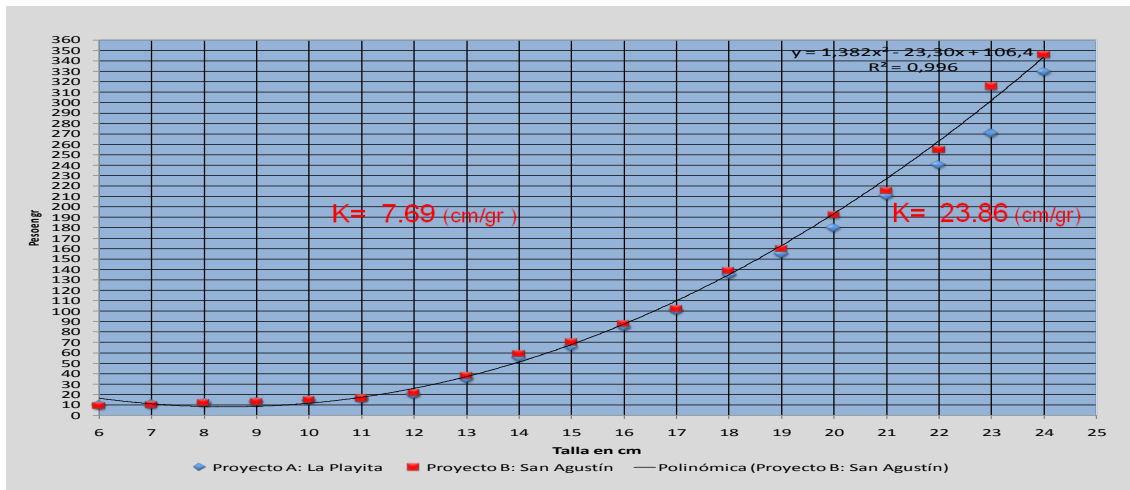


Fig.4 Relación talla / peso de tilapias cultivadas en jaulas durante 90 días a partir de la siembra en ambos proyectos en el Lago de Ilopango.

Lo anterior se explica según la figura 4 ,con los cálculos de la pendiente de la curva para los valores de talla a 16.5 cm y peso 85.5 gr que ocurre durante los primeros 45 días de cultivo, lo cual nos da un valor de $m = 7.69$ que indica que para cualquier día de esa etapa de cultivo se genera ese número de gramos por cada centímetro de crecimiento de los peces; mientras que para la fase de los siguientes 45 días hasta llegar al día 90 de cultivo, el valor de la pendiente $m = 23.86$ indica que para cualquier día de ese período de cultivo, se genera dicha cantidad de gramos por cada centímetro de crecimiento de los peces cultivados.

Los límites mínimos y máximos de longitud de los peces durante los 90 días de cultivo fueron de 6.5 cm y 23.50 cm, mientras que para el peso de los peces fue de 10.60 gr y 255.80 gr; la determinación de los cálculos y valores de la relación talla /peso para ambos proyectos, tuvieron bastante afinidad.

5.1.5 Otros parámetros biológicos

Al extraer de la tabla 1, los valores que corresponden a los parámetros biológicos de la Tilapia gris bajo cultivo para ambos proyectos, se logró construir la tabla 4, la cual ilustra que los resultados encontrados guardan un alto grado de semejanza y con marcadas diferencias.

Tabla 4. Valores medios de los parámetros biológicos registrados durante un ciclo de producción en el cultivo de peces de tilapia gris en 3 jaulas flotantes para cada Proyecto.

Parámetros Biológicos semejantes	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
Tasa media de crecimiento en talla (cm /semana)	1.46	1.53
Tasa media de engorde (gr /semana)	19.25	20.28
Talla media de cosecha (cm)	19.97	22.20
Peso medio de cosecha (gr)	163.73	165.83
Porcentaje de sobrevivencia media (%)	90.00	86.00
Porcentaje de Mortalidad media (%)	10.00	14.00
Parámetros Biológicos mayormente diferentes	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
Espacio o hábitat de cultivo por jaula en M3	144.00	48.00
Población de peces sembrados por jaulas	4,666.67	4,000.00
Densidad de población (Peces / M3)	32.41	83.33
Cantidad media alimento por jaula / día /ciclo (libras)	26.63	18.17
Índice de conversión alimenticia medio	1.67	1.31
Biomasa media cosechada por M3 (libras)	11.41	25.93
Producción de Piscimasa por jaula cosechada (libras)	1,642.83	1,244.55

Según a lo ilustrado en la tabla 4 y figura 5, se comparan los parámetros biológicos siguientes: las tasas semanales de crecimiento en talla fueron de 1.46 cm y 1.53 cm y en peso de 19.25 gr y 20.28 gr ,siendo levemente mayores en las jaulas pequeñas comparadas con las grandes ; para los tamaños de talla y peso de cosechas estimados en 19.97cm y 22.20 cm y pesos de 163.73 y 165.83 gr también guardaron ese mismo comportamiento, ser levemente mayores en las jaulas pequeñas comparadas con las grandes y finalmente las tasas de sobrevivencia de 90 y 86 % y mortalidad media de 10 y 14% durante los 90 días de cultivo, fueron relativamente afines en ambos proyectos .

A pesar de existir pequeñas diferencias entre los resultados biológicos encontrados durante la marcha del ciclo de producción, según el análisis de diferencias de medias, estas no fueron estadísticamente significativas a un nivel del 95% de confianza.

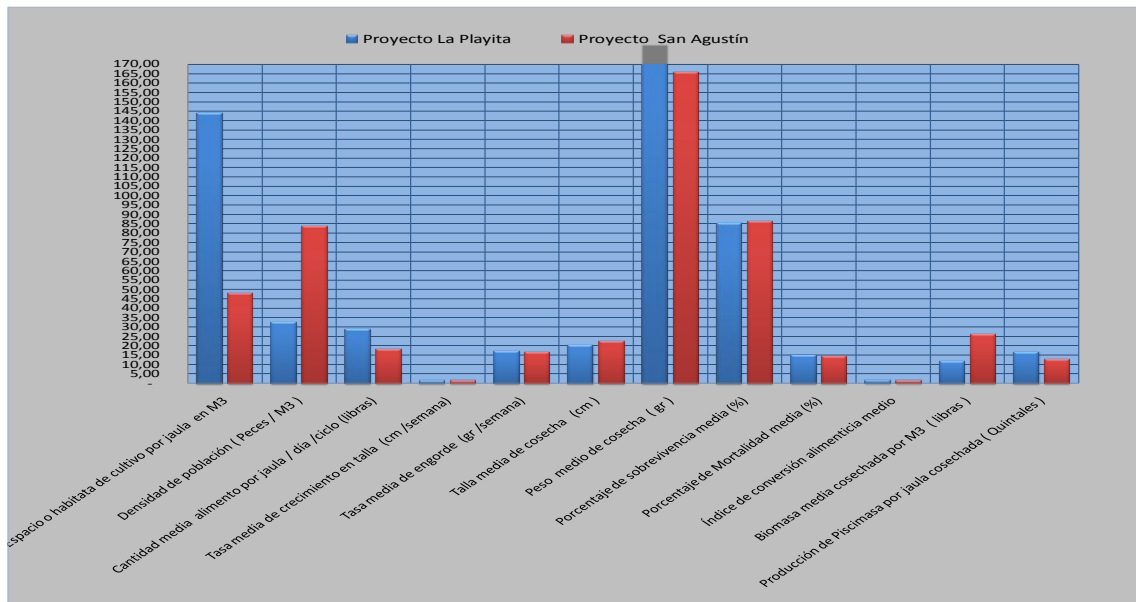


FIG.5 Resultados biológicos registrados en el uso de dos tipos de jaulas en el cultivo de peces en el Lago de Ilopango, CICLO 1.

Sin embargo, se encontraron parámetros biológicos durante la fase del ciclo de cultivo que tuvieron mayores diferencias para ambos proyectos, los cuales se presentan en la misma tabla 4. De esta tabla se visualiza que el espacio o hábitat de cultivo, fue mucho más pequeño en el proyecto de San Agustín que utilizó jaulas de 48 m^3 comparadas con las jaulas grandes de 144 m^3 .

Las cantidades de peces sembradas relativamente fueron mayores en las jaulas grandes , pero en contraste con los espacios anteriores las densidades medias de población bajo cultivo (peces/ m^3) fue menor con 32.41 m^3 para las jaulas grandes del proyecto Playita y de 83.33 m^3 para las jaulas pequeñas del proyecto San Agustín .

Así mismo la cantidad media de alimento suministrado por día durante el ciclo de cultivo fue mayor con 26.63 libras en las jaulas grandes , a pesar de tener una menor densidad de población que las jaulas pequeñas, en donde se les aplicó 18.17 libras por día; como producto de las raciones alimenticias aplicadas, se obtuvo un mejor índice de conversión alimenticia en las jaulas pequeñas de 1.31 y 1.67 para las jaulas grandes,

indicando que en las pequeñas fue más eficiente la conversión de alimento en el peso vivo ,obteniendo mejores ganancias en el peso del pez cultivado.

Las biomásas medias por unidad de volumen fueron mayores con 25.93 libras /m³ y 11.41 en las jaulas grandes.

Finalmente la producción media como piscimasa cosechada por jaula fue moderadamente mayor en las jaulas grandes con 1,642.83 libras por ciclo y en las pequeñas fue levemente menor en 1,244.55 libras. Estas diferencias de mejores rendimientos de biomasa por unidad de volumen en las jaulas pequeñas, seguramente esta influenciado porque en ellas los peces están más concentrados en los primeros 3 m de profundidad dentro de los 48 m³ por lo que se les facilita la captura del alimento aplicado en la parte superficial del agua en el interior de las jaulas ; en cambio en las jaulas grandes, los peces están mayormente dispersos hasta los 4 m y en un mayor espacio de los 144 m³ de cada jaula ,donde se ha observado que existe una mayor pérdida de alimento aplicado.

Las variaciones de los datos biológicos anteriores, se analizaron por medio de las diferencias de medias, encontrando que solamente los parámetros de densidades medias de población bajo cultivo (peces/m³) y los rendimientos en las biomásas medias en libras /m³ presentaron diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza; el resto de parámetros no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

5.1.6 Calidad de agua relacionada con Temperatura y Oxígeno disuelto

Los valores modales de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en el agua por estratos de profundidad registrados en las zonas de ambos proyectos de cultivo según los muestreos quincenales realizados del 6 abril al 6 de julio durante el ciclo de producción se presenta en la tabla 5a y 5b, figura 6 y 7 y apéndice 2.

Tabla 5a) Temperaturas en grados centígrados (°C)

Estrato de profundidad	La Playita	San Agustín
Superficie	31,40	31,00
1 metro	30,20	30,00
2 metro	29,40	29,10
3 metro	29,20	28,90
4 metro	28,90	28,50

Estos registros obtenidos indican que las condiciones de temperatura en las zonas de ambos proyectos fueron similares; los valores modales mostraron que las temperaturas del agua tuvieron una variación de los 31.40 °C en la superficie hasta los 28.50 al nivel de los 4 metros de profundidad, sitio hasta donde se ubican las jaulas de cultivo; esta relación tiene una tendencia lineal inversa, es decir, a mayores profundidades se registran los menores valores de temperatura.

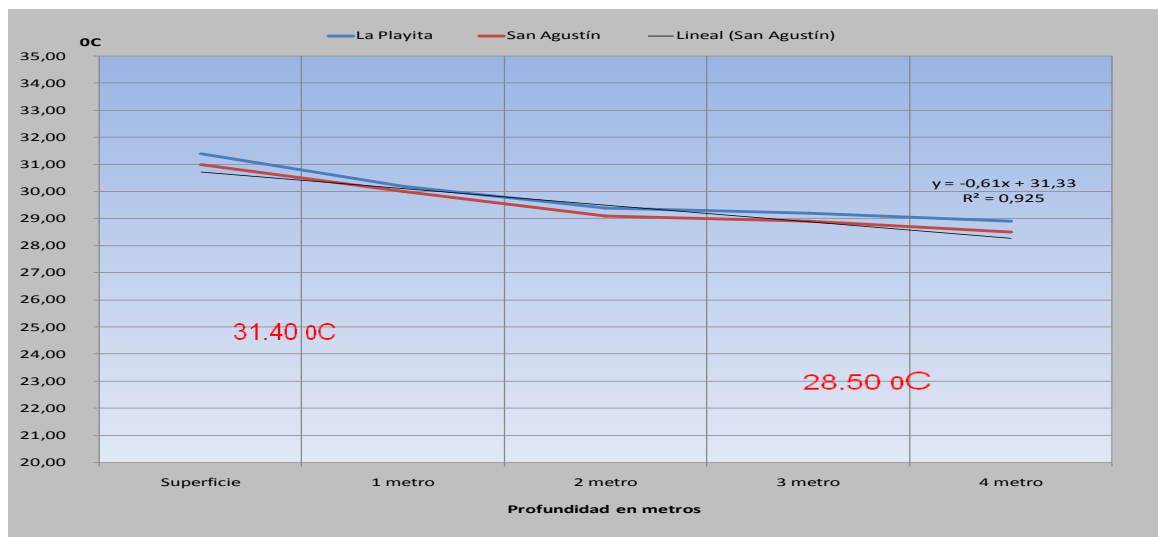


Fig. 6 Valores modales de temperatura según niveles de profundidad en la zona de los proyectos, Lago de Ilopango, durante el periodo del 6 de abril al 1 de julio.

Con respecto al oxígeno disuelto en el agua, también en las zonas de ambos proyectos fueron similares; los valores modales mostraron que el oxígeno del agua tuvo una variación de los 6.70 mg / litro en la superficie hasta los 4.20 al nivel de los 4 metros de profundidad, sitio hasta donde se ubican las jaulas de cultivo; esta relación también tiene

una tendencia lineal inversa, es decir a mayores profundidades se registran los menores valores de oxígeno disuelto.

Tabla 5b). Oxígeno disuelto en miligramos por litro (mg / l)

Estrato de profundidad	La Playita	San Agustín
Superficie	6.50	6.70
1 metro	6.20	6.40
2 metro	5.80	6.00
3 metro	4.90	5.00
4 metro	4.20	4.40

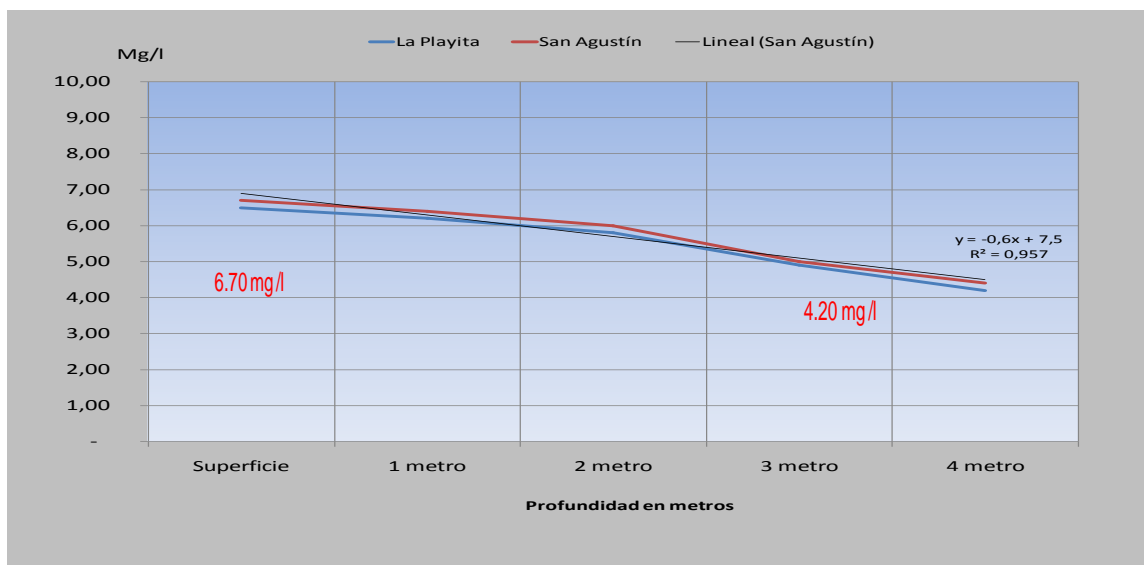


Fig.7 . Valores modales de oxígeno disuelto en el agua según niveles de profundidad en el Lago de Ilopango, durante el periodo del 6 de abril al 1 de julio en las zonas de ambos proyectos.

Estos valores de calidad de agua de temperatura y oxígeno disuelto, se encuentran en los límites de aceptación para el desarrollo normal del cultivo de tilapia gris en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango.

5.2 Resultados económicos

5.2.1 En un ciclo de producción de los proyectos

5.2.1.1 Costos de operación

El costo de operación está constituido por el conjunto de los gastos expresados en términos monetarios relacionados con la utilización de materias primas, materiales e insumos y la fuerza de trabajo necesarios para el funcionamiento de los ciclos de cultivo, sin considerar la utilización de los costos fijos o inversiones tangibles en cada uno de los proyectos estudiados.

En la tabla 6a se presentan los tipos de gastos, los costos unitarios y totales sufragados durante el ciclo de 90 días de cultivo con 3 jaulas para cada proyectos; en La Playita hubo un costo total de operaciones de \$4,848.88 y en San Agustín fue significativamente menor con \$3,162.71

Tabla 6a).Costos de operación como insumos gastados durante un ciclo de producción de tilapia gris en 3 jaulas flotantes para cada proyecto.

Descripción del gasto	Proyecto La Playita			Proyecto San Agustín		
	Cantidad	Valor unidad(\$)	Costo total (\$)	Cantidad	Valor unidad(\$)	Costo total (\$)
Costo total de alevines sembrados	14,000	0.07	980.00	12,000	0.05	600.00
Costo qq de alimento consumido por jaulas	82	40	3,268.58	49	40	1,962.41
Costo de salarios de operación y vigilancia por 3 meses	3	66.7	600	3	66.7	600
Costo asistencia técnica	0	0	-	0	0	-
SUBTOTAL			4,848.88			3,162.71

5.2.1.2 Costos fijos

En la tabla 6b se presentan los costos fijos y totales realizados en un ciclo de producción de cultivo de Tilapia gris en 3 jaulas flotantes en cada proyecto; los costos fijos del proyecto La Playita fueron de \$8,550.00 y para San Agustín el costo fue menor en \$6,645.00.

Tabla 6b). Costos fijos y totales realizados en un ciclo de producción de cultivo de tilapia gris en 3 jaulas flotantes en cada proyecto.

COSTOS	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
a)Costos fijos		
Costo de estudios y tramites de autorizacion	1,000.00	1,000.00
Costo de construcción 3 jaulas (\$)	3,000.00	1,095.00
Costo equipo de medición de parámetros del agua (\$)	2,500.00	2,500.00
Costo de embarcación tipo cayuco (\$)	250.00	250.00
Costo caseta y bodega(\$)	1,300.00	1,300.00
Costo de equipos de almacenaje (\$)	500.00	500.00
SUBTOTAL (YA REALIZADA CON ANTERIORIDAD A ESTA FASE)	8,550.00	6,645.00
b)Costos de operación		
Costo total de alevines sembrados (\$)	980.00	600.00
Costo de alimento consumido por jaulas (\$)	3,268.58	1,962.41
Costo de salarios en operación y vigilancia 3 meses(\$)	600.00	600.00
Costo asistencia técnica(\$)	-	-
SUBTOTAL	4,848.58	3,162.41
COSTO TOTAL (\$)	13,398.58	9,807.41

5.2.1.3 Costos totales

En la misma tabla 6b, se presentan los costos totales entre fijos y de operación, siendo para el de La Playita de \$13,398.58 y para el de San Agustín fue menor con \$9,807.41

Los costos totales y de operación para ambos proyectos, tienen fuentes de financiamiento como capital propio, generados por disponibilidades obtenidas en las ganancias anteriores de los ciclos de producción; en ambos proyectos no hay financiamiento por préstamos bancarios.

5.2.1.4 Ingresos

La comercialización de las cosechas para la generación de los ingresos se realiza en el sitio de operaciones de cada proyecto, dónde los comerciantes lo trasladan y lo distribuyen a los mercados municipales de Ilopingo, Soyapango y San Martín.

En la tabla 7 se presentan los Ingresos económicos, productos de las ventas de tilapia cosechada en un ciclo de producción con 3 jaulas flotantes para cada Proyecto; en el proyecto de La Playita producto de la cosecha de 4,928 libras vendidas a \$1.50 por libra

se obtuvieron ingresos de \$7,392.72 y para el San Agustín por las 3,734 libras vendidas al mismo precio se obtuvo un ingreso un poco menor de \$5,600.49.

Tabla 7. Ingresos económicos, productos de las ventas de tilapia cosechada en un ciclo de producción con 3 jaulas flotantes para cada proyecto.

INGRESOS	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
No de libras vendidas	4,928	3,734
Precio de venta por libra (\$)	1.50	1.50
Ingresos generados por cosechas(\$)	7,392.72	5,600.49

5.2.1.5 Evaluación económica

En la evaluación económica del ciclo de producción no se consideraron los costos fijos, pues ya se habían efectuado con muchos años de anterioridad a la realización de esta investigación; sin embargo más adelante se realiza una proyección para los años 1 y 2 para evaluar los tipos de jaulas en ambos proyectos.

Para la evaluación durante el ciclo de cultivo con los datos de la tabla 8 y figura 8 y 9, se consideraron los costos de operación, los ingresos, las utilidades como beneficios obtenidos de la diferencia entre el ingreso total y el costo total, los costos de producción por libra cosechada, el costo por libra a precio de mercado y los índices de la relación Beneficio/Costo, que están representados por la relación Ingresos/Egresos que para efectos de análisis produce valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que si la relación $B/C > 1$, entonces los ingresos son mayores que los egresos, por lo que el proyecto se hace factible o aconsejable.

Tabla 8. Evaluación económica en un ciclo de producción de tilapia gris cultivada en 3 jaulas flotantes para cada proyecto.

EVALUCION ECONOMICA EN UN CICLO DE PRODUCCION	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
Costo total \$(inversión fija y de operación)	13,398.58	9,807.41
Costos de operación por ciclo(\$)	4,848.58	3,162.41
Ingresos totales (\$)	7,392.72	5,600.49
Utilidad ciclo 1 (Ingresos menos costos operación)(\$)	2,544.14	2,438.08
Costo de producción por libra cosechada por ciclo (\$)	0.98	0.85
Costo por libra cosechada a precio de mercado (\$)	1.50	1.50
Relación Beneficio / Costo por ciclo (\$)	1.52	1.77

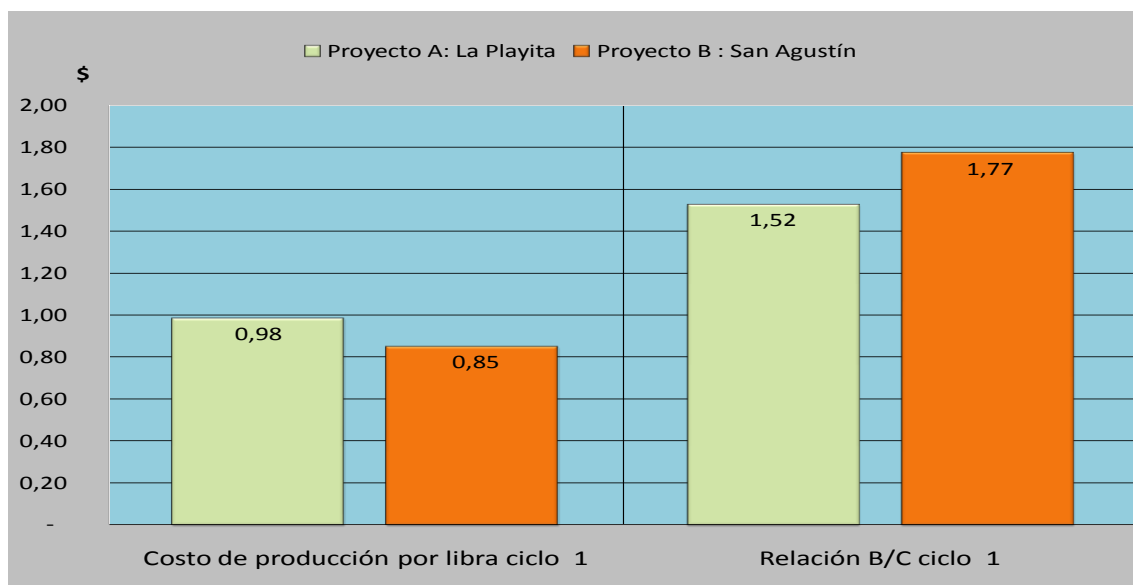


FIG.8 .Costos de producción por libra y la relación beneficio costo (B/C) en el uso de tipos de jaulas en el cultivo de peces en el Lago de Ilopango ,ciclo 1.

Para los proyectos evaluados, las utilidades obtenidas se consideraron netas, al no haber en ambos proyectos ningún tipo de servicios que impliquen impuestos municipales o del gobierno central .Durante el ciclo de producción estas fueron de \$2,544.14 en La Playita y \$2,438.08 para el proyecto de las jaulas pequeñas de San Agustín; sin embargo el costo de producción por libra cosechada fue menor con \$0.85

en San Agustín y \$0.98 en La Playita, permitiendo en San Agustín un mayor margen de ganancias, que se refleja en los resultados de la relación Beneficio / Costo que fue mayor en San Agustín con \$1.77 que el obtenido en La Playita con \$1.52; es decir que por cada dólar invertido se genera una ganancia de \$0.52 en Playita y de \$0.77 en San Agustín

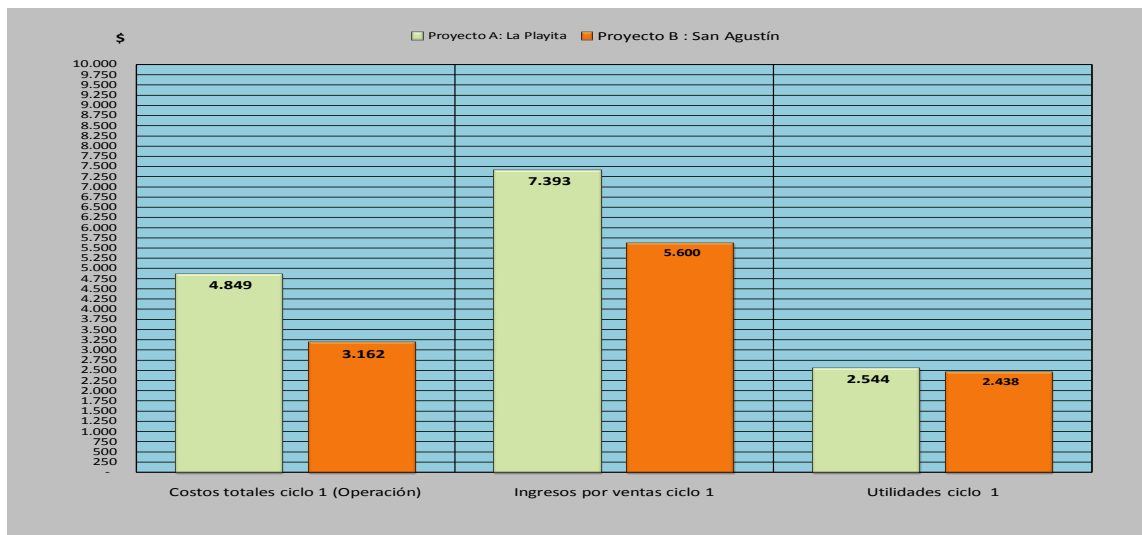


FIG.9 .Evaluación de costos, ingresos y utilidades económicas en el uso de tipos de jaulas en el cultivo de peces en el Lago de Ilopango, ciclo 1.

Las variaciones de los datos económicos anteriores, según el análisis de las diferencias de medias, solamente el parámetro de la relación Beneficio / Costo presentó diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza; el resto de parámetros no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

5.2.2 Resultados económicos en un año de vida de los proyectos.

Para efectos de evaluación de un año de vida del proyecto, realizando 3 ciclos de producción por año con sus tipos de jaulas se calcularon los costos fijos, de operación, totales, de ingresos y la evaluación de utilidades, costos de producción por libra cosechada, costo por libra a precio de mercado y la relación B/C presentados en la tabla 9 y figuras 10 y 11.

Tabla 9. Costos, ingresos y evaluación económica con módulos de 3 jaulas, realizando 3 cosechas durante un año de vida de ambos proyectos

ASPECTOS ECONOMICOS (\$)	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
COSTOS FIJOS		
Costo de estudios y tramites de autorización	1,000.00	1,000.00
Costo de construcción 3 jaulas (\$)	3,000.00	1,095.00
Costo equipo de medición de parámetros del agua (\$)	2,500.00	2,500.00
Costo de embarcación tipo cayuco (\$)	250.00	250.00
Costo de equipos de almacenaje (\$)	500.00	500.00
SUBTOTAL	8,550.00	6,645.00
COSTOS DE OPERACIÓN		
Costo total de alevines sembrados (\$)	2,940.00	1,800.00
Costo de alimento consumido por jaulas (\$)	9,805.73	5,887.24
Costo de salarios en operación y vigilancia 3 meses(\$)	1,800.00	1,800.00
Costo asistencia técnica(\$)	-	-
SUBTOTAL	14,545.73	9,487.24
COSTO TOTAL (\$)	23,095.73	16,132.24
INGRESOS		
No de libras vendidas	14,785	11,201
Precio de venta por libra (\$)	1.50	1.50
Ingresos generados por cosechas(\$)	22,178.15	16,801.47
EVALUACION		
Costo total (inversión fija y de operación)	23,095.73	16,132.24
Ingresos totales (\$)	22,178.15	16,801.47
Utilidad año 1 (Ingresos menos costos totales)	(917.58)	669.24
Costo de producción por libra cosechada	1.56	1.44
Costo por libra cosechada a precio de mercado	1.50	1.50
Relación Beneficio /Costo	0.96	1.04

Los costos fijos realizados para un año de producción de cultivo de Tilapia gris con 3 jaulas flotantes en cada Proyecto fueron para el proyecto La Playita de \$8,550.00 y para San Agustín el costo fue menor en \$6,645.00.

Los costos de operación sufragados durante un año de cultivo con 3 jaulas para cada proyecto fueron en el de La Playita \$14,545.73 y en el de San Agustín fue significativamente menor con \$9,487.24

Los costos totales entre fijos y de operación, fueron para el de La Playita de \$23,095.73 y para el de San Agustín fue mucho menor en \$16,132.24

Los Ingresos económicos, productos de las ventas de tilapia cosechada en 3 ciclos de producción en cada Proyecto se obtuvo en La Playita producto de la cosecha de 14,785 libras vendidas a \$1.50 por libra se obtuvieron ingresos de \$22,178.15 y para el San Agustín por las 11,201 libras vendidas al mismo precio se obtuvo un ingreso un poco menor de \$16,801.47.

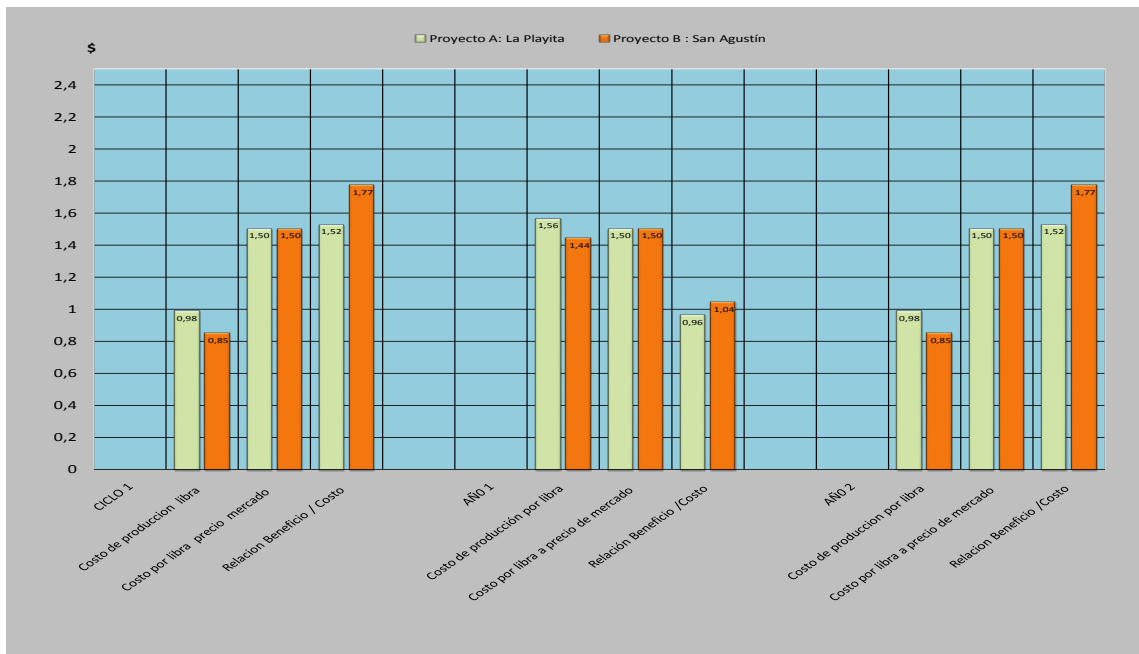


FIG.10 Costos de producción por libra y la relación beneficio costo (B/C) en el uso de dos tipos de jaulas en el cultivo de peces en el Lago de Ilopango ,año 1 y 2.

Para los proyectos evaluados las utilidades durante un año de producción fueron negativas o causaron leve pérdida en \$917.58 en el proyecto La Playita ,causado relativamente por los mayores costos de inversión y operaciones comparado con los realizados en el proyecto San Agustín ; sin embargo ,en este ultimo se obtuvo una leve utilidad positiva o de ganancias con \$669.24; el costo de producción por libra cosechada fue de \$1.56 en La Playita y en San Agustín fue de \$1.44, permitiendo en San Agustín un mayor margen de ganancias, que se refleja en los resultados de la relación Beneficio / Costo que fue mayor en San Agustín con \$1.04 que el obtenido en La Playita con \$0.96.

5.2.3 Resultados económicos en dos años de vida de los proyectos.

Los resultados presentes en la tabla 10 y figuras 10 y 11, realizando 3 ciclos de producción para el segundo año en ambos proyectos con sus tipos de jaulas, los datos de costos fijos, de operación, totales, de ingresos y la evaluación de utilidades, costos de producción por libra cosechada, costo por libra a precio de mercado y la relación B/C se incluyen, para evaluar el segundo año de vida del proyecto.

Para el segundo año de producción de cultivo de tilapia gris con 3 jaulas flotantes en cada Proyecto, no existieron los costos fijos ya que fueron cubiertos durante el primer año.

Tabla 10. Costos, ingresos y evaluación económica con módulos de 3 jaulas realizando 3 cosechas durante el año 2 de la vida en ambos proyectos.

ASPECTOS ECONOMICOS (\$)	Proyecto A: La Playita	Proyecto B : San Agustín
COSTOS FIJOS		
Costo de estudios y tramites de autorizacion		
Costo de construcción 3 jaulas (\$)		
Costo equipo de medición de parámetros del agua (\$)		
Costo de embarcación tipo cayuco (\$)		
Costo de equipos de almacenaje (\$)		
SUBTOTAL	-	-
COSTOS DE OPERACIÓN		
Costo total de alevines sembrados (\$)	2,940.00	1,800.00
Costo de alimento consumido por jaulas (\$)	9,805.73	5,887.24
Costo de salarios en operación y vigilancia 3 meses(\$)	1,800.00	1,800.00
Costo asistencia técnica(\$)	-	-
SUBTOTAL	14,545.73	9,487.24
COSTO TOTAL (\$)	14,545.73	9,487.24
INGRESOS		
No de libras vendidas	14,785	11,201
Precio de venta por libra (\$)	1.50	1.50
Ingresos generados por cosechas(\$)	22,178.15	16,801.47
EVALUACION		
Costo total (de operación)	14,545.73	9,487.24
Ingresos totales (\$)	22,178.15	16,801.47
Utilidad año 2 (Ingresos menos costos operacion)	7,632.42	7,314.24
Costo de produccion por libra cosechada	0.98	0.85
Costo por libra cosechada a precio de mercado	1.50	1.50
Relacion Beneficio /Costo	1.52	1.77

Sin embargo, los costos de operación sufragados durante ese año de cultivo con 3 jaulas para cada proyecto se mantuvieron al igual que el primer año en La Playita con \$14,545.73 y en San Agustín con \$9,487.24.

Los costos totales entre fijos y de operación, fueron los mismos de operación al no existir costos fijos a partir del segundo año.

Los Ingresos económicos, productos de las ventas de Tilapia cosechada en 3 ciclos de producción en cada Proyecto se mantuvieron igual que el primer año, es decir en La Playita \$22,178.15 y para el San Agustín en \$16,801.47.

En los proyectos evaluados las utilidades durante el segundo año de producción, al no existir costos fijos, estas se vuelven positivas incrementándose a \$7,632.42 en el proyecto La Playita y en San Agustín se incrementaron a \$ 7,314.24; el costo de producción por libra cosechada al no existir costos fijos, disminuyó a \$0.98 en La Playita y en San Agustín se redujo a \$0.85 , incidiendo en San Agustín en la producción de un mayor margen de ganancias, que se refleja en los resultados de la relación Beneficio / Costo que fue mayor en San Agustín con \$1.77 que el obtenido en La Playita con \$1.52.

5.2.4 Evaluación económica comparativa durante un ciclo de vida de ambos proyectos y para los años 1 y 2.

En este apartado se hace la evaluación de utilidades, costos de producción por libra cosechada, costo por libra a precio de mercado y la relación B/C en la vida de cada proyecto (tabla 11 y figuras 10 y 11).

En un ciclo de producción para los proyectos evaluados , las utilidades fueron de \$2,544.14 en el proyecto La Playita y levemente menor con \$2,438.08 para el proyecto de las jaulas pequeñas, San Agustín; no obstante el costo de producción por libra cosechada fue menor con \$0.85 en San Agustín y \$0.98 en La Playita, incidiendo en un mayor margen de ganancias en San Agustín, que se refleja en los resultados de la relación Beneficio / Costo que fue de \$1.77 en San Agustín, siendo menor el obtenido en La Playita con \$1.52.

Tabla 11. Evaluación económica comparativa durante un ciclo de producción y para los años 1 y 2 con módulos de 3 jaulas realizando 3 cosechas durante la vida de ambos proyectos.

EVALUCION ECONOMICA EN UN CICLO DE PRODUCCION	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
Costo total (\$) (inversión fija y de operación)	13,398.58	9,807.41
Costos de operación por ciclo(\$)	4,848.58	3,162.41
Ingresos totales (\$)	7,392.72	5,600.49
Utilidad ciclo 1 (Ingresos menos costos operación)(\$)	2,544.14	2,438.08
Costo de producción por libra cosechada por ciclo (\$)	0.98	0.85
Costo por libra cosechada a precio de mercado (\$)	1.50	1.50
Relación Beneficio / Costo por ciclo (\$)	1.52	1.77
EVALUCION ECONOMICA EN AÑO 1 DE PRODUCCION	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
Costo total (\$) (inversión fija y de operación)	23,095.73	16,132.24
Costos de operación (\$)	14,545.73	9,487.24
Ingresos totales (\$)	22,178.15	16,801.47
Utilidad (\$) (Ingresos menos costos totales ,fijos y de operación)	(917.58)	669.24
Costo de producción por libra cosechada (\$)	1.56	1.44
Costo por libra cosechada a precio de mercado (\$)	1.50	1.50
Relación Beneficio / Costo por ciclo (\$)	0.96	1.04
EVALUCION ECONOMICA EN AÑO 2 DE PRODUCCION	Proyecto La Playita	Proyecto San Agustín
Costo total (\$) (inversión fija y de operación)	23,095.73	16,132.24
Costos de operación (\$)	14,545.73	9,487.24
Ingresos totales (\$)	22,178.15	16,801.47
Utilidad (\$) (Ingresos menos costos de operación)	7,632.42	7,314.24
Costo de producción por libra cosechada (\$)	0.98	0.85
Costo por libra cosechada a precio de mercado (\$)	1.85	1.85
Relación Beneficio / Costo por ciclo (\$)	1.52	1.77

Para las utilidades durante el primer año de producción fueron negativas o causaron leve pérdida en \$917.58 en el proyecto La Playita ,causado por los mayores costos de inversión y operaciones comparado con los de San Agustín ; en este ultimo se obtuvo una leve utilidad positiva o de ganancias con \$669.24; el costo de producción por libra cosechada fue de \$1.56 en La Playita y en San Agustín fue de \$1.44, generando en

San Agustín un mayor margen de ganancias y en la relación Beneficio / Costo que fue mayor en San Agustín con \$1.04 comparado \$0.96 obtenido en La Playita .

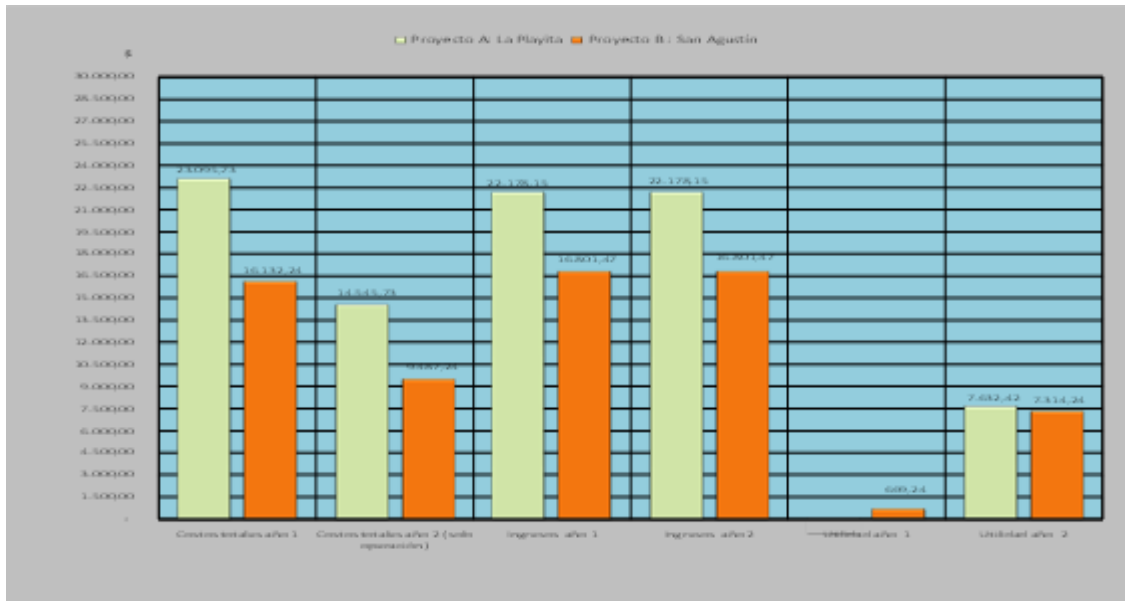


FIG 11. Evaluación de costos, ingresos y utilidades económicas en el uso de dos tipos de jaulas en el cultivo de peces en el Lago de Ilopango, año 1 y 2.

Las utilidades durante el segundo año de producción en ambos proyectos, al no existir costos fijos, estas aumentaron a \$7,632.42 en La Playita y en San Agustín subieron a \$7,314.24; el costo de producción por libra cosechada al no existir costos fijos, disminuyó a \$0.98 en La Playita y en San Agustín se redujo a \$0.85 , incidiendo en San Agustín en la producción de un mayor margen de ganancias, que se refleja en los resultados de la relación Beneficio / Costo que fue mayor en San Agustín con \$1.77 que el obtenido en La Playita con \$1.52.

Después de la evaluación comparativa con los datos de la tabla 11, la coincidencia de los valores en la evaluación económica del ciclo de producción 1 y lo ocurrido en el año 2 , se relaciona en que la inversión fija del ciclo 1 ya había sido cubierta en años anteriores a la presente investigación y para el año 2, ocurre una situación similar al ciclo de producción 1, pues la inversión fija fue cubierta durante el primer año.

6. DISCUSION DE RESULTADOS.

El parámetro biológico de crecimiento en longitud de la tilapia cultivada en la fase experimental de esta investigación fue monitoreado a través de los muestreos quincenales durante los 90 días de cultivo en los proyectos La Playita y San Agustín en el Lago de Ilopango; los valores máximos de longitud de los peces en centímetros en ambos proyectos fueron de 23.5 ,rangos parecidos a los encontrados por Coreas,2001,2003 y Ulloa,2008 para el Lago de Ilopango ,así como los de Alamilla Tovar , 2004 en jaulas de embalses de México ,con una talla máxima de 25 cm.

La tasa de crecimiento en longitud para ambos proyectos en Ilopango, fue calculada mediante la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy para los primeros 45 días de cultivo, con un valor de $k = 0.22$ que fue mayor que para la fase de los siguiente 45 días hasta llegar al día 90 de cultivo que fue de 0.16, donde los peces tienden a crecer en menor proporción.

La tasa global para los 90 días de cultivo en el Lago de Ilopango fue de 0.38 ,comparable con lo reportado por Calderón Deza,2006 con valores entre 0.40 y 0.45 durante 90 días de cultivo de Tilapia gris en jaulas en el lago Sauce de Perú.

El crecimiento en peso, monitoreado en el cultivo de la Tilapia en ambos proyectos, los valores máximos de peso de los peces durante los 90 días de cultivo fueron de 255.80 gramos ,valores similares a los de Coreas,2001,2003 y Ulloa,2008 en el Lago de Ilopango ; las tasa de engorde en esta investigación fue calculada mediante la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy convertida a peso durante los primeros 45 días de cultivo, dando un valor de $k= 1.70$ que representa un crecimiento en peso menor para ese periodo de cultivo comparada con la fase de los siguientes 45 días hasta llegar al día 90 de cultivo, donde el valor de k se incrementa a 3.71 gramos.

La tasa media total del ciclo de 90 días es de 2.70, que es superior a la encontrada por Zapata Tobon et.al ,2005 en el embalse de Betania, Colombia con un valor de 1.70 ;las probables causas pudieron ser que este ultimo cultivo, la alimentación fue con un pelet

con el 28% de proteína, mientras que en los del Lago de Ilopango se mantuvo en 40% de proteína .

La talla y peso de la tilapia cultivada durante el ciclo de producción los valores máximos de longitud de los peces durante los 90 días de cultivo fue de 23.50cm y el peso de los peces fue de 255.80 gramos; la determinación de los valores de la relación talla /peso para ambos proyectos fue bastante similar.

La tasa de relación talla /peso fue calculada mediante la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para los valores de talla a 16.5 cm y peso 85.5 gr que ocurre durante los primeros 45 días de cultivo, con un valor de $m = 7.69$ que representa a los gramos generados por cada centímetro de crecimiento de los peces; para la fase de los siguientes 45 días hasta llegar al día 90 de cultivo, con los valores de talla de 23.5 cm y peso de 255.80 gr, se genera un valor de 23.86 gramos por cada centímetro de crecimiento de los peces cultivados

Antecedentes de estimaciones de estos parámetros de relación talla /peso de la Tilapia gris cultivada en jaulas flotantes en condiciones similares de cultivo ,no se han reportado, ni para el caso del Lago de Ilopango, ni en cultivos en jaulas en otros cuerpos de agua locales o de otros países. Existen algunos datos de esta relación, pero generalmente aplicado a stock de poblaciones naturales de lagos, lagunas y embalses de otros países.

En los parámetros biológicos se encontraron en ambos proyectos : las tasas semanales de crecimiento en talla que fueron de 1.46 y 1.53 cm y en peso de 19.25 y 20.28 gr ,siendo levemente mayores en las jaulas pequeñas comparadas con las grandes; estas tasas se encuentran dentro de los rangos encontrados por Coreas,2001,2003 y Ulloa,2008 para el Lago de Ilopango y por Zapata Tobon et.al ,2005 en el embalse de Betania, Colombia; para los tamaños de talla y peso de cosechas estimados en 19.97 y 22.20 cm y pesos de 163.73 y 165.83 gr también guardaron ese mismo comportamiento, ser levemente mayores en las jaulas pequeñas comparadas con las grandes dichos

valores se encuentran en los rangos encontrados por Coreas,2001,2003 y Ulloa,2008 para el Lago de Ilopango y por Zapata Tobon et.al ,2005 en el embalse de Betania, Colombia

Finalmente las tasas de sobrevivencia 90 y 86 % y mortalidad media de 10 y 14% durante los 90 días de cultivo fueron relativamente similares en ambos proyectos y tienen similitudes al reportado por Zapata Tobon et.al ,2005 , Alamilla Tovar , 2004 y Saavedra M. M,2006.

En relación al espacio o hábitat de cultivo fue mucho mas pequeño en el proyecto de San Agustín que utilizó jaulas de 48 m³ comparadas con las jaulas grandes de 144 m³ ; pero en contraste con los espacios anteriores las densidades de población bajo cultivo (peces/m³) fue menor con 32.41 para las jaulas grandes del proyecto Playita y de 83.33 para las jaulas pequeñas del proyecto San Agustín ;investigaciones sobre comparaciones de diferencias de tamaños y densidades de población de peces por unidad de volumen son las primeras que se realizan para El Salvador, sin embargo, Saavedra M. M,2006, afirma que se pueden cultivar en jaulas flotantes hasta 100 tilapias/m³.

La cantidad media de alimento suministrado por día fue mayor con 28.59 libras en las jaulas grandes, a pesar de tener una menor densidad de población que las jaulas pequeñas, en donde se les aplicó 18.17 lbs/día; estas raciones alimenticias medias por días, están entre los rangos reportados por Coreas, 2001,2003 y Ulloa, 2008 para el Lago de Ilopango.

Se encontró un mejor índice de conversión alimenticia en las jaulas pequeñas de 1.31 y 1.67 para las jaulas grandes, indicando que en las pequeñas fue más eficiente la conversión de alimento en el peso del pez, obteniendo mejores ganancias de biomasa cosechada; Cabrera B et. al 1998 logró una conversión alimenticia de 1,33 y 1,44 en jaulas de la Isla Margarita; en algunas investigaciones anteriores en el Lago de Ilopango, Godínez,1974 cultivó tilapias en jaulas en el Lago de Ilopango con alimentos que se

elaboran a base de subproductos agrícolas que contenía de 20 a 30% de proteína, obteniendo valores de conversión alimenticias con rangos de 2.5 a 2.75.

Significa que las diferencias en los índices de conversión alimenticia están relacionadas, además del tipo de manejo de las raciones, con los tipos de alimentos en su contenido proteínico, que influyen directamente en las tasas de crecimiento en longitud y peso así como la producción de las biomásas por unidad de volumen.

Para ambos proyectos, las biomásas medias por unidad de volumen fueron mayores con 25.93 libras /m³ en las jaulas pequeñas y 11.41 libras /m³ ,resultados que inciden en la producción de la biomasa cosechada por jaula, fue moderadamente mayor en las jaulas grandes con 1,642.83 libras pro ciclo y en las pequeñas fue de 1,244.55 libras; estos resultados de biomasa por unidad de volumen y total por jaulas ,están directamente relacionadas con la densidad o población total de peces bajo cultivo, manejados en iguales condiciones técnicas y ambientales , tal como lo sustenta Córdova P y J.L.Saldivar 2003 ,en cultivos de Tilapia en jaulas en Colombia.

Los parámetros de calidad de agua, ligado a la temperatura y el oxígeno disuelto en las zonas de los proyectos La Playita y San Agustín , presentaron valores modales similares en las zonas de ambos proyectos; la temperaturas del agua presentó una variación de 31.40 °C en la superficie hasta los 28.50 °C al nivel de los 4 ms de profundidad, sitio hasta donde se ubican las jaulas de cultivo; esta relación tiene una tendencia lineal inversa, es decir a mayores profundidades se registran los menores valores de temperatura; rango encontrado dentro de los límites de aceptación para el desarrollo normal del cultivo de Tilapia gris en jaulas flotantes para el Lago de Ilopango y concuerda con Saavedra M. M,2006 que define el rango de aceptación del cultivo en temperaturas de 25.0 a 32.0 °C .

Con respecto al oxígeno disuelto en el agua, los valores modales mostraron que el oxígeno del agua tuvo una variación de los 6.70 mg / litro en la superficie hasta los 4.20 al nivel de los 4 m de profundidad, sitio hasta donde se ubican las jaulas de cultivo; esta

relación también tiene una tendencia lineal inversa, es decir a mayores profundidades se registran los menores valores de oxígeno disuelto y concuerda con Saavedra M,2006 que define el rango de aceptación del cultivo en el oxígeno disuelto en el agua de 4.0 - 9.0 mg/l .

En lo relacionado con la evaluación económica durante un ciclo ,en uno y dos años de producción de ambos proyectos ,se analizaron los componentes : costos de operación, costos fijos, costos totales y los ingresos; como indicadores de evaluación se utilizaron : las utilidades ,los costos de producción por libra cosechada, el costo por libra a precio de mercado actual y la relación Beneficio/Costo ;en este ultimo índice ,los resultados de la relación B/C fueron mayores que 1 indicando la factibilidad de ambos proyectos; Ulloa et.al 2005 para evaluar la factibilidad de proyectos de cultivo de peces en jaulas en el Lago de Ilopango utilizó criterios de evaluación a los indicadores económicos del índice de lucratividad o razón beneficio/costo y la utilidad ,que genera los beneficios directos después resarcir los costos totales del proyecto

Las utilidades durante el ciclo de producción fueron de \$2,544.14 en el proyecto La Playita y levemente menor con \$2,438.08 para el proyecto de las jaulas pequeñas, San Agustín; sin embargo el costo de producción por libra cosechada fue menor con \$0.85 en San Agustín y \$0.98 en La Playita, permitiendo en San Agustín un mayor margen de ganancia, que se refleja en los resultados de la relación B/C que fue mayor en San Agustín con \$1.77 que el obtenido en La Playita con \$1.52

Los resultados de la evaluación económica en los años 1 y 2 de vida en la producción de ambos proyectos, los valores de las utilidades en La Playita fueron negativas de \$917.58 en el año 1 ,pero subieron a \$7,632.42 para el año 2 al no existir los costos fijos ; en cambio las utilidades en el Proyecto San Agustín fueron positivas en \$669.74 en el año 1 y se incrementaron a \$7,314.24, al no sufragar gastos fijos para el año 2 .

Los costos de producción por libra cosechada en La Playita durante el año 1 fue de \$ 1.56 y descendió a \$0.98 en el año 2 ;en San Agustín los costos de producción por libra, en el año 1 fue de \$1.44 y se redujo a\$0.85 en el año 2 .

La relación Beneficio / Costo en La Playita en el año1 fue de \$0.96 y la de San Agustín fue mayor en \$1.04; para el año 2, la relación Beneficio / Costo fue de \$1.52 en La Playita y mayor en San Agustín con\$ 1.77 .Los indicadores de utilidades, costos de producción por libra y la relación B/C mejoraron para el año 2 en ambos proyectos porque la inversión fija fue cubierta durante el primer año. Evaluaciones similares objeto de comparaciones con la presente investigación no se han encontrado, sin embargo, Ulloa et.al 2005 y Aristondo M.2009 ya han manifestado el grado de rentabilidad que tienen este tipo de proyectos de cultivo de tilapias.

Ulloa et.al 2005 determinó que los proyectos de cultivo de peces en jaulas en el Lago de Ilopango son económicamente rentables ya que el rendimiento en los ingresos que generan en el tiempo están por arriba de los costos y la tasa interna de retorno (TIR) calculada en el 36% ,superior a la Tasa Mínima Atractiva de Retorno en 21.2 puntos porcentuales, por lo tanto estos proyectos son rentables y Aristondo M.2009 en una evaluación y análisis financiero para la producción de tilapia, en el municipio de Masagua, Guatemala ,determinó una TIR del 37% indicando el nivel de rentabilidad y el tiempo de recuperación de la inversión en el proyecto que fue de 1.5 años; en el caso de los proyectos La Playita y San Agustín, el tiempo en que se recupera el capital invertido como inversión fija, ocurre en el primer año de vida del proyecto.

7. CONCLUSIONES

- En los proyectos evaluados en esta investigación que utilizan los 2 tipos de jaula se determinaron valores biológicos semejantes con respecto a los siguientes parámetros :tasas diarias y semanales de crecimiento en talla y en peso de los peces, los valores de relación talla/peso, los tamaños de longitud y peso de cosechas y finalmente las tasas de sobrevivencia y mortalidad
- Se encontraron parámetros biológicos durante la fase del ciclo de cultivo que tuvieron marcadas diferencias para ambos proyectos, siendo los siguientes el espacio o hábitat de cultivo, las cantidades de peces sembradas, las densidades medias de población bajo cultivo (peces/m³), la cantidad media de alimento suministrado por día, los índices de conversión alimenticia, las biomاسas medias por unidad de volumen y finalmente la producción media como piscimasa cosechada.
- Las diferencias de mejores rendimientos de biomasa por unidad de volumen en las jaulas pequeñas, seguramente está influenciado porque en ellas los peces se concentran más en los primeros 3 m de profundidad dentro de los 48 m³ por lo que se les facilita la captura del alimento aplicado en la parte superficial del agua en el interior de las jaulas ; en cambio en las jaulas grandes, los peces se dispersan más hasta los 4 m y en un espacio de los 144 m³ de cada jaula ,donde se ha observado que existe una mayor dispersión y pérdida de alimento aplicado.
- Dentro de los parámetros que presentaron marcadas diferencias en ambos proyectos se destacan los índices de conversión alimenticia, las biomاسas por unidad de volumen y las biomاسas cosechadas, con mejores rendimientos en las jaulas pequeñas del proyecto San Agustín, comparadas con las grandes del proyecto La Playita.

- Las variaciones de los datos biológicos analizados por medio de las diferencias de medias, se encontró que solamente los parámetros de densidades medias de población bajo cultivo (peces/m³) y los rendimientos en las biomásas medias (libras / m³) que fueron mayores en las jaulas pequeñas presentaron diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.
- Los valores de calidad de agua de temperatura y oxígeno disuelto fueron bastante similares en las zonas de los proyectos estudiados y se encontraron en los límites de aceptación para el desarrollo normal del cultivo de tilapia gris en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango, con una tendencia lineal inversa, es decir a mayores profundidades se registran los menores valores de temperatura y de oxígeno disuelto.
- Para otras experiencias de cultivo de peces en jaulas en El Salvador y para otros países, las diferencias en las tasas de crecimiento en longitud y peso así como la producción de biomásas por unidad de volumen y los índices de conversión alimenticia están relacionadas con los tipos de alimentos en su contenido proteínico y el tipo de manejo aplicado.
- Los costos de inversión fija para ambos proyectos fueron menores en el proyecto San Agustín comparadas con el de La Playita, destacándose los costos de las jaulas pequeñas que representaron el 36.5 % del costo de las jaulas grandes; así mismo los costos de operación en el proyecto de jaulas pequeñas representaron el 76.4% de lo gastado en el proyecto de las jaulas grandes.
- En la evaluación económica comparativa de ambos proyectos, para un ciclo, año 1 y 2 de producción, los parámetros económicos relacionados con las utilidades, estas fueron relativamente similares; el costo de producción por libra cosechada fue más bajo en las jaulas pequeñas, por lo que la relación B/C fue mayor para las jaulas del proyecto San Agustín comparadas con las jaulas del proyecto La Playita.

- Las variaciones de los resultados económicos, según el análisis de las diferencias de medias, solamente el parámetro de la relación Beneficio / Costo presentó diferencias significativas..
- El período de recuperación de la inversión en cada proyecto ocurre en el primer año y en el caso de San Agustín es un grupo cooperativo y se logra un beneficio social con los ingresos para las familias de los trabajadores del proyecto. En el caso de La Playita es un proyecto individual y solo genera beneficios sociales a 3 trabajadores permanentes.

8. RECOMENDACIONES

- Se sugiere fomentar el uso de jaulas pequeñas, ya que son más manejables para el cultivo de la Tilapia y se reducen los costos de inversión fija de las jaulas; al manejar los cultivos a densidades altas, estos proyectos son más rentables económicamente que las jaulas grandes.
- Para futuros proyectos se recomienda el uso de jaulas pequeñas, utilizando una profundidad de 3 metros, debido a que en estos límites, a partir de la superficie se encuentran los valores de temperatura y oxígeno más aceptables y adecuados para el manejo de cultivo de peces en jaulas flotantes.
- En la instalación de las jaulas, para proyectos que tengan más de 4 jaulas, se recomienda que estas se distribuyan en líneas separadas a 5 metros de distancia entre cada fila, con el objeto de facilitar el manejo operativo y propiciar una mayor circulación de oxígeno disuelto en el agua.
- En los proyectos actuales y para los futuros, relacionados con el cultivo de peces en jaulas, se recomienda llevar registros de los datos de todo el manejo diario y en todo el ciclo de producción con el objeto de evaluar desde el punto de vista técnico y económico el estado de pérdidas y de ganancias de cada proyecto.

9. LIETRATURA CITADA

- ✓ Aristondo M.2009 . Evaluación y análisis financiero para la producción de tilapia, en el municipio de Masagua, Escuintla Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala,86 pp.
- ✓ Cabrera T.,J.Millan. &,J.Rosas.2003. Tres experiencias de cultivo de tilapias En la isla de Margarita, Venezuela. Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente. Núcleo de Nueva Esparta, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela.
- ✓ Calderón C 2006. Informe Final Técnico “Cultivo de Tilapia y Gamitana en Jaulas Flotantes en el Lago Sauce, Colombia , Región San Martín Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica Gerencia de Acuí cultura, 54pp.
- ✓ Córdova P & J.L.Saldivar 2003 Evaluación técnica, económica y ambiental del cultivo de Tilapia roja O.ssp en jaulas flotantes en Colombia.
- ✓ Coreas Pedro A., Marchesini R. 2003.Informe sobre el Manejo del cultivo de Tilapias. CENDEPESCA, MAG.
- ✓ Coreas Pedro A. 2001.Informe sobre el cultivo de peces en jaula en el Lago de Ilopango. CENDEPESCA, MAG, El Salvador ,30 pp.
- ✓ Godínez F.1974.Cultivo experimental de peces de jaulas flotantes en el Lago de Ilopango .Servicio de recursos pesqueros, MAG, El Salvador. 35 pp.
- ✓ Miranda H.2008. Planes de Manejo de los Proyectos de Cultivo de peces en jaulas en el Lago de Ilopango, El Salvador para los siguientes usuarios Grupo Acuícola de Marroquín, San Martín; Asociación Cooperativa La Travesía de RL, Santiago Texacuango y Grupo Acuícola Jericó,Ilopango.
- ✓ Rosa E.B. 2001. Guías técnicas sobre el cultivo de peces en jaula en el lago de Ilopango. CENDEPESCA, MAG, El Salvador, 15 pp.
- ✓ Snedecor W.G. y W.G.Cochran.1976.Statistical Methods ,sixh editions,Ames ,Iowa ,USA ,593 pp

- ✓ Ulloa M.J , Alfaro J. & Abarca F. 2005. Estudio de factibilidad técnico económico para el cultivo de peces de tilapia roja en jaulas flotantes en el Lago de Ilopango . Tesis de Grado, Escuela de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de El Salvador.

- ✓ Ulloa . 2008 Planes de Manejo de los Proyectos de Cultivo de peces en jaulas en el Lago de Ilopango, El Salvador .

- ✓ ——— 2008. Informe Técnico del Cultivo de peces en jaulas en la Laguna de Olomega, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) El Salvador, 40 pp

- ✓ ——— H.Miranda & W.Archila.2007 Informe Técnico del Cultivo de peces en jaulas en la Laguna Artificial “Laguna Real“ Municipio del Porvenir departamento de Santa Ana .Empresa Salazar Romero,20 pp

APENDICE

No 1 a. Hoja de cálculo con los datos del ciclo de cultivo de peces en jaulas para el Proyecto La Playita

Nombre del Proyecto A :La Playita(jaulas 6x6x4)							
Año:2011		Ciclo producción No 1 (Mes inicio:6 abril Mes fin :6 julio ,2011)					
Parámetros		No Jaula Muestra (6x6x4)			SUMA	MEDIA	DESV STAND
1.Biologicos		1	2	3			
Poblacion total de peces sembrados (N)		4,000	5,000	5,000	14,000	4,667	577.35
Densidad de poblacion o Tasa de siembra (Peces/M3)		27.78	34.72	34.72	97.22	32.4	4.01
Talla media de siembra de los peces (cm)		6.0	6.5	6.7	19.20	6.4	0.36
Peso medio de siembra de los peces (gr)		8.7	10.5	8.5	27.70	9.2	1.10
Tasa de alimentación inicial(libras /día)		2.87	4.34	3.51	10.72	3.6	0.73
Tasa de alimentación media por ciclo (libras /día)		25.33	30.98	29.45	85.76	28.6	2.92
Tasa de crecimiento medio de peces(cm /semana)		1.53	1.38	1.48	4.39	1.5	0.08
Tasa de engorde medio de peces(gr /semana)		16.78	17.71	16.71	51.19	17.1	0.56
Talla media de cosecha de los peces (cm)		20.10	18.50	21.30	59.90	20.0	1.40
Talla maxima de cosecha de los peces (cm)		24.4	23	24.5	71.90	24.0	0.84
Peso medio de cosecha de los peces (gr)		186	182	173	541.00	180.3	6.66
Peso maximo de cosecha de los peces (gr)		210.00	223.00	209.00	642	214.0	7.81
Biomasa total por jaulacosechada (libras como peso fresco)		1,456	1,780	1,692	4928.48	1,642.8	167.97
Biomasa cosechada (libras /M3)		10.11	12.36	11.75	34.23	11.41	1.17
Poblacion total de peces cosechados (N1)		3,600	4,500	4,500	12,600	4,200	519.62
Tasa de Mortalidad		0.13	0.10	0.10	0.3	0.11	0.02
Tasa de sobrevivencia (%)		0.9	0.90	0.90	2.7	0.90	0.02
No peces por libra cosechada		2.75	2.75	2.75	8.25	2.75	0.00
Indice de conversion alimenticia		1.88	1.57	1.57	5.01	1.67	0.00
Alimentación suministrada (% de proteína)		40	40	40	120	40.0	0.18
Total de alimento suministrado por ciclo (qq)		27.33	27.88	26.50	81.71	27.2	
No días bajo cultivo según jaula		90	90	90	270	90.0	0.00
2.Económicos							
COSTOS	a)Costos fijos						0.69
Costo de estudios y tramites de autorizacion	1,000.00				1,000.00		
Costo de construcción 3 jaulas (\$)	3,000.00				3000.00		
Costo equipo de medición de parámetros del agua (\$)	2,500.00				2500.00		
Costo de embarcación tipo cayuco (\$)	250.00				250.00		
Costo caseta y bodega(\$)	1,300.00				1300.00		
Costo de equipos de almacenaje (\$)	500.00				500.00		
SUBTOTAL (YA REALIZADA CON ANTERIORIDAD A ESTA FASE) SUBTOTAL	8,550.00				8,550.00		
	b)Costos de operación						
Costo total de alevines sembrados (\$)	980.00	280.00	350.00	350.00	980.00	326.7	
Costo de alimento consumido por jaulas (\$)	3,268.58	1,093.20	1,115.26	1,060.11	3,268.58	1,089.5	
Costo de salarios en operación y vigilancia 3 meses(\$)	600.00				600.00		40.41
Costo asistencia técnica(\$)		-			-		27.76
SUBTOTAL	4,848.58	1,373.20	1,465.26	1,410.11	4,848.58	1,416.2	
COSTO TOTAL (\$)	13,398.58	1,373.20	1,465.26	1,410.11	13,398.58	1,416.19	
INGRESOS							
No de libras vendidas	4,928	1,456	1,780	1,692	4,928	1,643	46.33
Precio de venta por libra (\$)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
Ingresos generados por cosechas(\$)	7,392.72	2,183.48	2,670.65	2,538.59	7,392.72	2,464.2	168
3.Evaluacion							
Costo total (inversión fija y de operación)	13,398.58				13,398.58		251.95
Ingresos totales (\$)	7,392.72				7,392.72		
Utilidad ciclo 1 (Ingresos menos costos operacion)	2,544.14						
Costo de producción por libra cosechada ciclo 1	0.98						
Costo por libra cosechada a precio de mercado ciclo 1,2	1.50						
Relación Beneficio / costo ciclo 1	1.52						

No 1 b .Hoja de cálculo con los datos del ciclo de cultivo de peces en jaulas para el Proyecto San Agustín

Nombre del Proyecto B : San Agustín (jaulas 4x4x3)							
Año:2011		Ciclo producción No 1 (Mes inicio:6 abril Mes fin :6 julio ,2011)					
Parámetros		No Jaula Muestra (4x4x3)			SUMA	MEDIA	DESV STAND
		1	2	3			
1.Biologicos							
Poblacion total de peces sembrados (N)		4,000.00	4,000.00	4,000.00	12,000.00	4,000.00	-
Densidad de poblacion o Tasa de siembra (Peces/M3)		83.33	83.33	83.33	250.00	83.33	-
Talla media de siembra de los peces (cm)		6.80	6.50	7.00	20.30	6.77	0.25
Peso medio de siembra de los peces (gr)		12.50	11.50	11.00	35.00	11.67	0.76
Tasa de alimentación inicial (libras /día)		1.85	1.70	1.63	5.17	1.72	0.11
Tasa Media de alimentación media por ciclo (libras /día)		18.11	18.35	18.05	54.51	18.17	0.16
Tasa de crecimiento medio de peces(cm /semana)		1.47	1.58	1.53	4.58	1.53	0.06
Tasa de engorde medio de peces(gr /semana)		16.04	16.71	16.50	49.25	16.42	0.34
Talla media de cosecha de los peces (cm)		21.70	22.30	22.60	66.60	22.20	0.46
Talla maxima de cosecha de los peces (cm)		24.40	25.50	25.30	75.20	25.07	0.59
Peso medio de cosecha de los peces (gr)		167.80	162.40	167.30	497.50	165.83	2.98
Peso maximo de cosecha de los peces (gr)		205.00	212.00	209.00	626.00	208.67	3.51
Biomasa cosechada (libras como peso fresco)		1,240.26	1,256.83	1,236.57	3,733.66	1,244.55	10.80
Biomasa cosechada (libras /M3)		25.84	26.18	25.76	77.78	25.93	0.22
Poblacion total de peces cosechados (N1)		3,400.00	3,560.00	3,400.00	10,360.00	3,453.33	92.38
Tasa de Mortalidad (%)		14.60	13.08	14.45	42.13	14.04	0.84
Tasa de sobrevivencia (%)		0.85	0.89	0.85	2.59	0.86	0.02
No peces por libra cosechada		2.75	2.75	2.75	8.25	2.75	-
Indice de conversion alimenticia		1.31	1.31	1.31	2.63	1.31	0.00
Alimentación suministrada (% de proteina)		40.00	40.00	40.00	120.00	40.00	-
Total de alimento suministrado por ciclo (qq)		16.30	16.51	16.25	49.06	16.35	0.14
No días bajo cultivo según jaula		90.00	90.00	90.00	270.00	90.00	-
2.Económicos							
COSTOS		a)Costos fijos					
Costo de estudios y tramites de autorizacion		1,000.00			1,000.00		
Costo de construcción 3 jaulas (\$)		1,095.00			1,095.00		
Costo equipo de medición de parámetros del agua (\$)		2,500.00			2,500.00		
Costo de embarcación tipo cayuco (\$)		250.00			250.00		
Costo caseta y bodega(\$)		1,300.00			1,300.00		
Costo de equipos de almacenaje (\$)		500.00			500.00		
SUBTOTAL (YA REALIZADA CON ANTERIORIDAD A ESTA FASE)		6,645.00			6,645.00		
		b)Costos de operación					
Costo total de alevines sembrados (\$)		600.00	200.00	200.00	200.00	600.00	200
Costo de alimento consumido por jaulas (\$)		1,962.41	651.88	660.59	649.94	1,962.41	654.14
Costo de salarios en operación y vigilancia 3 meses(\$)		600.00			600.00		
Costo asistencia técnica(\$)			-	-		-	0.00
SUBTOTAL		3,162.41	851.88	860.59	849.94	3,162.41	854
COSTO TOTAL (\$)		9,807.41	851.88	860.59	849.94	2,562.41	854
INGRESOS							
No de libras vendidas		3,734	1,240	1,257	1,237	3,734	1,245
Precio de venta por libra (\$)		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Ingresos generados por cosechas(\$)		5,600.49	1,860.39	1,885.25	1,854.85	5,600.49	1,867
3.Evaluacion							
Costo total (inversión fija y de operación)		9,807.41			9,807.41		
Ingresos totales (\$)		5,600.49			5,600.49		
Utilidad ciclo 1 (Ingresos menos costos operacion)		2,438.08					
Costo de produccion por libra cosechada ciclo 1		0.85					
Costo por libra cosechada a precio de mercado ciclo 1,2		1.50					
Relacion Beneficio / costo ciclo 1		1.77					

No 2.Datos de muestreos de temperatura y oxígeno disuelto por estratos de profundidad en las zonas donde se encuentran los proyectos La Playita y San Agustín en el Lago de Ilopango

ABRIL DE 20011								
DIA DE MUESTREO	Día 1, (Siembra ,6 de Abril)				Día 15,(20 de Abril)			
PROYECTO	Playita		San Agustín		Playita		San Agustín	
PARAMETRO	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno
Superficie	32.00	6.40	32.00	6.40	33.00	6.50	33.00	6.50
1 metro	31.50	5.50	31.50	5.50	32.50	5.40	32.50	5.40
2 metro	28.50	5.10	28.50	5.10	29.20	5.00	29.20	5.00
3 metro	27.3	4.9	27.3	4.9	28.2	4.5	28.2	4.5
4 metro	26.2	4.2	26.2	4.2	26.4	4.1	26.4	4.1
MAYO DE 20011								
DIA DE MUESTREO	Día30, (5 de Mayo)				Día 45, (19 de Mayo)			
PROYECTO	Playita		San Agustín		Playita		San Agustín	
PARAMETRO	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno
Superficie	33.20	6.50	33.20	6.50	33.00	6.60	33.00	6.60
1 metro	32.80	6.10	32.80	6.10	32.10	5.70	32.10	5.70
2 metro	29.40	5.70	29.40	5.70	30.00	5.20	30.00	5.20
3 metro	28.3	5.1	28.3	5.1	29.1	4.9	29.1	4.9
4 metro	25.6	4.5	25.6	4.5	25.7	4.2	25.7	4.2
JUNIO DE 20011								
DIA DE MUESTREO	Día 60, (3 de Junio)				Día 75, (17 de Junio)			
PROYECTO	Playita		San Agustín		Playita		San Agustín	
PARAMETRO	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno
Superficie	31.00	7.10	31.00	7.10	31.50	6.80	31.50	6.80
1 metro	30.20	6.40	30.20	6.40	30.40	6.10	30.40	6.10
2 metro	28.00	5.90	28.00	5.90	27.90	5.40	27.90	5.40
3 metro	28.6	5.1	28.6	5.1	26.3	5.00	26.3	5.00
4 metro	25.00	4.60	25.00	4.60	25.3	4.50	25.3	4.50
JULIO DE 2001								
DIA DE MUESTREO	Día 90, (1 de Julio)				Día 97, (Cosecha, 6 de Julio)			
PROYECTO	Playita		San Agustín		Playita		San Agustín	
PARAMETRO	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno	Temperatura	Oxigeno
Superficie	29.00	7.50	29.00	7.50				
1 metro	28.40	6.70	28.40	6.70				
2 metro	27.50	6.00	27.50	6.00				
3 metro	26.4	5.6	26.4	5.6				
4 metro	25.1	4.8	25.1	4.8				

No 3. Formulario de muestreo de campo para la toma de datos de longitud y peso de los peces bajo cultivo y de los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto en el agua en la zona de los proyectos.

Nombre del Proyecto (A) (B) :		
Muestras de Longitud y Peso		
No de Jaula	Fecha:	Siembra ()
		No Muestreo ()
Parámetros		Cosecha ()
No peces	Longitud (cm)	Peso (gr)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
TOTAL		
MEDIA		
MODA		
DESVSTAND		
% Alimento		

Muestras de Temperatura y Oxígeno disuelto		
Estratos de profundidad (mts)	Temperatura (C°)	Oxígeno (mg/litro)
Superficie		
1		
2		
3		
4		

SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS MUESTRA

PROYECTO LA PLAYITA



PROYECTO SAN AGUSTIN



SELECCIÓN DE 3 JAULAS FLOTANTES DEL PROYECTO LA PLAYITA.



SELECCIÓN DE 3 JAULAS FLOTANTES DEL PROYECTO SAN AGUSTIN



SIEMBRA DE LOS PECES



ALIMENTACION DE LOS PECES BAJO CULTIVO



MUESTREOS DE CRECIMIENTO Y PESO DE LA TILAPIA BAJO CULTIVO



MOMENTOS O EPOCAS DE LA COSECHA

