



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT
Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera

**Estudio de la producción de peces en tanques
circulares en el Estado de Nayarit**

T E S I S

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

Que para obtener el grado de:
MAESTRO EN INGENIERIA PESQUERA

Presenta:
Ing. Pesq. David Castañeda León.

DIRECTOR EXTERNO: DR. JESÚS T. PONCE PALAFOX
DIRECTOR INTERNO: M. EN C. SERGIO CASTILLO VARGASMACHUCA

Agradecimientos:

Primeramente gracias a Dios que me da la vida, A mis padres por el apoyo incondicional para el término de este trabajo, así como a mi esposa Marycruz Castillón quien siempre me impulso a terminar lo inconcluso .

A la "Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera" por la formación académica que de ella recibí, así como por el apoyo en todo sentido para la realización de este trabajo de tesis.

Al Dr. Jesús T. Ponce Palafox por el tiempo y paciencia concedido en la dirección y realización de este trabajo.

Al M. en C. Sergio Castillo VargasMachuca por su confianza y empuje en el desarrollo de esta investigación.

A los docentes de la "Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera" a lo largo de es curso de postgrado.

A mis compañeros y amigos que seguimos juntos este camino: Claudio, Juan, Nohé, Ygor, Paúl y Alfredo.

INDICE GENERAL

Lista de Tablas	i
Lista de figuras	iii
I. Introducción	1
II. Antecedentes	11
III. Objetivos	17
General	
Específicos	
IV. Metodología	18
V. Resultados	20
1.- Ubicación geográfica	20
2.- Selección de grupos y financiamiento	22
3.- Programa de operación y mantenimiento del proyecto	25
4.- Construcción de Tanques Circulares	26
4.1 Características de la infraestructura a instalar	26
4.2 Proceso de instalación	29
4.3 Funcionamiento del estanque	38
4.4 Sistema de oxigenación	39
4.5 Mantenimiento	40
5.- Actividades técnicas durante el cultivo	43
5.1. Calidad del agua del cultivo en tanques circulares	43
a) Parámetros físico-químicos óptimos	43
b) Comportamiento de la temperatura	44
c) Comportamiento del pH	47
d) Comportamiento del oxígeno	47
5.2 Siembra, Densidades y Crecimiento de la Tilapia en tanques circulares.	49
a) Siembra	49
b) Densidades	52
c) Crecimiento de la tilapia	53
5.3 Programa de alimentación	54
a) Tipo de alimento	55
b) Proceso de Alimentación	56
c) Almacenamiento	57
d) Factor de conversión alimenticia	57
e) Problemática	57
5.4 Enfermedades y tratamientos	57
5.5 Limpieza de tanques	58
5.6 Cosecha	58
6. Aspectos Económicos.	61

6.1 Comercialización	61
6.2 Producción y Rendimiento	62
6.3 Estado de Resultados	64
VI. Discusiones	83
VII. Conclusiones	87
X. Bibliografía	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tanques de concreto de cultivo intensivo de tilapia en la Republica del Salvador	13
Figura 2. Tanques circulares de concreto de cultivo intensivo de tilapia en Cuba.....	14
Figura 3. Tanques de circulares de concreto en el Estado de Veracruz con inyección de oxígeno líquido en el afluente.....	15
Figura 4. Distribución geográfica de los proyectos de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit.....	21
Figura 5. Distribución por Municipio de los proyectos de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit.....	22
Figura 6. Tipo de figura asociativa de los proyectos de tanques circulares en el Estado de Nayarit.....	24
Figura 7. Número de integrantes de los grupos de los proyectos de tanques circulares.....	24
Figura 8. Ocupación de los integrantes de los socios de los grupos de los proyectos de tanques circulares.....	25
Figura 9. Tanques circulares de geomembrana para producción de peces.....	26
Figura 10. Tanques circulares de concreto para producción de peces.....	27
Figura 11. Nivelación del terreno y terraplén de varios proyectos de tanques circulares en el Estado de Nayarit.....	30
Figura 12. Diagrama de la distribución del drenaje en un tanque circular.....	31
Figura 13. Instalación del drenaje en los proyectos de tanques circulares.....	32
Figura 14. Nivelación y terraplén de tierra.....	33
Figura 15. Instalación de la malla.....	33
Figura 16. Instalación de la geomembrana.....	34
Figura 17. Instalación de tubería galvanizada.....	35
Figura 18. Nudos de ¼" y cable de acero de ½".....	35
Figura 19. Remaches para fijar geomembrana a estructura.....	36
Figura 20. Instalación de la bota del drenaje central en los estanques circulares.....	36
Figura 21. Sistema de desagüe de los tanques circulares.....	37
Figura 22. Estanques terminados en algunos proyectos del Estado de Nayarit.....	37
Figura 23. Llenado de estanques en algunos proyectos del estado de Nayarit.....	38
Figura 24. Porcentaje de recambio de agua de los tanques circulares.....	42
Figura 25. Tipo de abastecimiento de agua de los tanques circulares.....	42
Figura 26. Mecanismo de abastecimiento de agua de los tanques circulares.....	42

Figura 27. Comportamiento de la temperatura ambiente de los sitios de los proyectos de tanques circulares, durante el periodo del cultivo.....	44
Figura 28. Comportamiento de la temperatura del agua de los estanques circulares.....	45
Figura 29. Relación temperatura del agua con temperatura ambiente de los sitios de los proyectos de tanques circulares.....	46
Figura 30. Relación altitud (msnm) con temperatura del agua (°C).....	46
Figura 31. Comportamiento del pH del agua de los tanques circulares.....	47
Figura 32. Comportamiento del oxígeno del agua de superficie	48
Figura 33. Comportamiento del oxígeno del agua de fondo	48
Figura 34. Transporte de crías (camas).....	49
Figura 35. Aclimatación de las crías en los tanques circulares.....	49
Figura 36. Distribución de los meses de siembra de las crías de tilapia	51
Figura 37. Siembra nocturna de crías de tilapia en tanques circulares.....	51
Figura 38. Crecimiento en peso de la tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> variedad <i>Stirling</i> en tanques circulares en el estado de Nayarit.....	54
Figura 39. Duración del cultivo de tilapia en tanques circulares.....	60
Figura 40. Producción de tilapia por metro cúbico en tanques circulares en el estado de Nayarit.....	63
Figura 41. Rendimiento de la producción de tilapia en tanques circulares en el estado de Nayarit.....	64
Figura 42. Tasa Interna de Retorno del tamaño del proyecto de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit.....	81
Figura 43. Valor presente neto del tamaño del proyecto de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit.....	81
Figura 44. Relación Beneficio-costo del tamaño del proyecto de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit.....	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas Geográficas y altitud de los proyectos de tanques circulares en el Estado de Nayarit.....	20
Tabla 2. Proyectos de tanques circulares y monto de apoyo inicial en el Estado de Nayarit en 2004.....	22
Tabla 3. Calendario de actividades desarrollado en los proyectos de tanques circulares.....	25
Tabla 4. Proyectos de tanques circulares y número de tanques instalados.....	27
Tabla 5. Grupos apoyados con aireadores.....	39
Tabla 6. Características del suministro y manejo hidroneumático del agua de los proyectos de tanques circulares.....	41
Tabla 7. Número de crías sembradas y la fecha para cada localidad.....	50
Tabla 8. Densidades utilizadas para los tanques circulares por etapa.....	52
Tabla 9. Tabla de alimentación propuesta para la tilapia en tanques circulares.....	55
Tabla 10. Programa de alimentación propuesto para la tilapia en tanques circulares.....	56
Tabla 11. Producción y peso medio de cosecha de la tilapia en tanques circulares.....	59
Tabla 12. Aspectos de comercialización de la producción de la tilapia cosechada en tanques circulares.....	61

TABLAS DE ANALISIS FINANCIERO

A. Programa de Producción Anuales	66
B. Ingresos por ventas	66
C. Inversión Total Inicial	67
D. Costos de Operación.....	68
E. Desglose de la estructura de la inversión	69
F. Estructura de la inversión.....	69
G. Amortización del crédito de avlo.....	70
Amortización del crédito.....	71
H. Depreciación y Amortización	72
I. Estado de resultados PRO-FORMA y estimación Costo-Beneficio.....	73
J. Balance general PRO-FORMA	74
K. Origen y aplicación de los recursos.....	75
L. Origen y destino de los recursos.....	76
M. Flujo neto de efectivo.....	77
N. Cálculo del Valor Presente Neto y la TIR.....	78
Ñ. Análisis Financiero y Económico	80

Introducción

La FAO sostiene que a nivel mundial, la actividad de acuicultura ha crecido a un ritmo promedio del 9,2% anual desde 1970, comparado con el 1,4% de la pesca de captura y el 2,8 % de los sistemas de producción de carne en tierra firme. Más de 1000 millones de personas en el mundo dependen del pescado como fuente de proteína animal, por lo que se prevé que el consumo por persona/año, ascenderá desde los 16 kg actuales hasta los 19 a 21 kg en el 2030. La única producción mundial que llega a superar a la producción de la tilapia, es la de la carpa. Si bien el producto tilapia en su gran mayoría proviene de cultivo, tanto de los países latinoamericanos como los asiáticos; también existen pesquerías de esta especie. Dentro de los países latinoamericanos, México lleva la delantera en cuanto a consumo de pescado de captura, con un 90% y por el otro lado su producción proveniente de cultivo (que en el 2002 se encontraba por debajo del 11%), creció últimamente hasta un 15 % (Infopesca, 2005). Por su parte, Brasil mantiene un ritmo de crecimiento anual del 26 % para su sector acuícola total y el cálculo para el 2005, llevaría a duplicar su producción, incrementándose fuertemente el número de piscicultores que cultivan en estanques, represas, lagos, canales de riego, etc.; estando basada tal producción total de acuicultura en especies como la tilapia, el pacú y el tambaquí.

Colombia es un país interesante de observar, pues la gran mayoría de su producto tilapia proviene de cultivo y abastece al mercado interno, superando en el 2002 las 35.000 TM, de las cuales 22.000 eran propias y 15.000 importadas desde Ecuador para satisfacer en este caso, la demanda interna de consumo. Sin embargo, Colombia está construyendo una planta procesadora de tilapia con una inversión privada de US 173.000 en Villavicencio (Meta) y una capacidad de procesamiento de 6.000 TM de filetes, los que tendrán como destino fundamental a Estados Unidos (Infopesca, 2005). Asimismo, Ecuador amplió su producción de tilapia luego de los sucesos de enfermedades que redujeron drásticamente su producción camaronera, convirtiéndose en el mayor exportador de filetes frescos hacia Estados Unidos, superando a Costa Rica, anteriormente líder indiscutido



(Seafood Int., 2005). El 93 % de las exportaciones de filetes frescos de gran calidad que recibe Estados Unidos, proviene de 3 países latinoamericanos líderes incuestionables en este sector: Ecuador, Costa Rica y Honduras. Este último (sobrepasando los problemas climáticos habidos), aumentó sus exportaciones en el primer período del 2005 hasta más de un 50% del abastecimiento previo.

En el comercio internacional el producto congelado de tilapia proviene de Asia, reforzando el liderazgo de China Continental, seguida por China-Hong Kong y China-Taipei (Taiwán) y también Indonesia; mientras que Tailandia es el único país de Asia que envía además, embarques de filetes en fresco hacia Estados Unidos. A pesar del crecimiento en abastecimiento que se ha dado en Estados Unidos, los precios aumentaron durante la primer mitad del 2005 en el rubro de filetes frescos. Mientras el total de las importaciones de tilapia por ese país aumentaron en un 10,8%, su valor aumentó por un 20,6 %, indicando altos precios. Los filetes congelados fueron los que más aumentaron, quizás como respuesta a que este producto está bien establecido, actualmente, dentro del mercado general de los "peces blancos congelados". Los precios de los filetes frescos se mantuvieron muy estables en el mercado durante el año 2004, siendo atractivos para los consumidores (Seafood Int., 2005).

Los filetes y tilapias enteras congeladas provienen de varios países productores e ingresan no solo a Estados Unidos, sino también a la Unión Europea; aunque las proyecciones sobre aumento de las exportaciones hacia estos últimos países no se cumplieron frente al importante avance del producto "catfish o bagre" proveniente de Vietnam, cuyos cultivos apuntan a un gran tonelaje para el futuro inmediato. Este producto vietnamita tuvo una gran aceptación por los consumidores europeos. El mercado de tilapia en Europa es difícil de evaluar, pues no existen estadísticas especiales sobre disponibilidad de producto de origen "cultivo". Sin embargo, se conoce que países como Inglaterra, Holanda, Bélgica, Italia y Alemania adquieren filetes frescos y se surten de países de Asia, así como de Costa Rica y Jamaica (origen cultivo); mientras que compran también tilapia de origen captura del lago Victoria (Kenia, Tanzania y Uganda).

La importancia de las importaciones efectuadas por Estados Unidos y el continuo avance de este producto en su mercado, hace que la industria de la tilapia en los países de exportación esté pasando por un excelente momento. Este país, según datos aportados por Infopesca (2005) importa grandes cantidades anuales de tilapia en filetes frescos, congelados y pescado entero congelado; requiriendo aún mayor cantidad de materia prima. El sector filetes frescos es el que ha aumentado últimamente, pero también el producto de filete congelado. Brasil emerge actualmente en el sector, con un fuerte abastecimiento y mostró su alto crecimiento durante el mismo período, aumentando sus embarques por un 260-300%

Dentro de América Latina y El Caribe, tres países llevan la delantera en acuicultura general: Chile, Brasil y México, que representaron en conjunto el 79% de los volúmenes y el 75% de los valores producidos en esta zona durante el período 2001-2003, estando las cosechas de acuicultura regional, constituidas por salmones, truchas, camarón y tilapia, principalmente (Wurmann, 2005). Estas producciones, según el citado autor, aumentan en casi todos los países de la región a través de los años; verificándose además un aumento en otros rubros cultivados, como mejillones, ostras, vieiras (u ostiones), abulones, etc. Todos los expertos señalan que Brasil será el mayor productor de tilapia cultivada en el futuro, para lo cual debe aún, ajustar sus costos de producción para alcanzar competitividad y exportación en gran escala.

Por su parte, Argentina es uno de los países con menor desarrollo acuícola en la región y respecto del cultivo de tilapia, alcanza apenas unas pocas toneladas producidas, aunque su potencial pudiera ser mucho más alto, aún teniendo en cuenta las restricciones climáticas (subtrópico) que no permiten más de una producción anual en sistemas abiertos en el NEA y NOA. En sistemas en "jaulas", debido a que se trata de una especie de carácter exótico (introducida al país), los cultivos de tilapia se ven restringidos en varias provincias. La tilapia puede ser también producida en sistemas intensivos semi-cerrados o cerrados, con recirculación de agua (como cualquier otra especie de cultivo) siempre que los costos de producción sean lo suficientemente aptos para una rentabilidad adecuada. Tales sistemas,



permitirían que se la cultive en cualquier clima y sin problemas por tratarse de una especie exótica.

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Los peces que se denominan "tilapias", han suscitado y recibido quizás, mayor atención en el mundo que cualquier otro pez. La "tilapia nilótica" es la más aconsejable para ser producida en cualquier sistema, debido a su amplia resistencia frente a diversos factores ambientales y a su manejo ya conocido. Es nativa de varios países africanos y su nombre común proviene del idioma "swahili" que significa "pez" e incluye los géneros *Tilapia* y *Oreochromis* entre otros. La *Oreochromis niloticus* (tal el nombre científico de la tilapia del Nilo o tilapia común), se destaca por su crecimiento más rápido, reproducción más tardía (alcanza mayor tamaño antes de su primera reproducción) y posibilidad de gran generación de alevines. Existen diversos linajes de esta tilapia y algunos crecen mejor que otros. La línea "chiltralada" por ejemplo, descendiente de una línea originada en Egipto, llevada posteriormente a Japón y luego a Tailandia (de donde se la introdujo últimamente a Brasil), es una de las que ha tenido gran difusión debido a su amplia respuesta en crecimiento y producción; junto a su manejo simple y gran adaptación al cautiverio. En referencia al manejo y las cosechas, las tilapias son peces algo rebeldes para su captura, especialmente en estanques irregulares o cuando las redes no han sido bien dimensionadas para su trabajo; aunque algunas líneas de tilapia del Nilo son más dóciles, como justamente la mencionada "chiltralada" (Kubitza, 2000).

Existe información sobre cultivos comerciales de tilapia en por lo menos 65 países, la mayoría de los cuales se sitúan en el trópico y subtropico. En ambiente natural, las tilapias están situadas muy abajo en la cadena trófica, ya que su alimentación está constituida por algas, materia en descomposición y plancton. En cautiverio, aceptan rápidamente alimento balanceado en forma de pastillas o pellets. De todas las especies, las más cultivadas son, la ya mencionada del Nilo, la azul (*O. aureus*) y varias "tilapias rojas" (*Oreochromis spp.*). Estas últimas se han obtenido a partir de mutaciones de *O. niloticus* y *O. mossambicus* que posibilitaron el

desarrollo de líneas híbridas con coloración que varía desde el rosa claro, pasando por el amarillo-naranja, hasta la coloración naranja-bermeja. Estas líneas abrieron mercados en aquellos lugares donde no era aceptada la coloración original. Sin embargo, es importante anotar que la carne de todas estas especies es muy similar y lo que varía es solamente el color externo, por lo que para todos los productores potenciales que quieran trabajar con esta especie, la tilapia nilótica, línea chitralada (o sus descendientes) es la más aconsejable para cultivo debido a las numerosas ventajas que presenta; mientras que las líneas rojas híbridas son más propensas a contraer enfermedades y resultan muy llamativas en cultivos a cielo abierto, atrayendo rápidamente a sus predadores y ocasionando pérdidas.

SISTEMAS DE CULTIVO

Los sistemas de cultivo conocidos cubren aquellos de tipo comercial que se desarrollan en forma semi-intensiva e intensiva en nuestro país, por tratarse de una especie exótica que no puede cultivarse libremente en forma extensiva en ambientes naturales. Los cerramientos o recintos empleados para ello abarcan desde estanques excavados en tierra en sistema semi-intensivo o intensivo, hasta jaulas o recintos suspendidos en cuerpos de agua aptos y manejados intensivamente o bien, sistemas intensivos con recirculación parcial o total del agua (semi-cerrados o cerrados, respectivamente). Estos últimos son empleados especialmente para cultivos instalados fuera del área climática de posible producción de la especie y siempre que su costo sea rentable para un productor.

En todos los casos, lo mejor es trabajar con poblaciones monosexo "machos", es decir con peces revertidos a sexo masculino (a excepción de los cultivos en jaulas). La reversión sexual se realiza por medio de inclusión de hormona durante los primeros 30 días de alimentación bajo cultivo, hasta que los animales alcanzan una longitud total de 17 a 20 mm. En sistemas de cultivo en "jaulas" puede emplearse ambos sexos, ya que la hembra no retiene los huevos fertilizados en su boca, perdiéndolos. Los cultivos abiertos, en sistema semi-intensivo, producen entre 4000 a 10 000 kg/ha/ciclo, dependiendo de la calidad y temperatura del agua y del

alimento utilizado (Popma y Lovshin, 1994). En sistemas intensivos en estanques abiertos, con aireación complementaria y recambio parcial de agua (2 o más veces al día) se han obtenido cosechas de más de 20.000 kg/hectárea. En modalidad intensiva, con jaulas de bajo volumen y alta productividad (en cuerpos de agua aptos para ello), los rendimientos han estado comprendidos entre los 50 y 300 kg/m³, según los mismos autores.

El sistema de producción adoptado dependerá de varios factores, entre ellos, de la disponibilidad de recursos financieros e insumos; del mercado consumidor al que esté dirigido el producto terminado, del acceso a regiones con temperaturas aptas para cultivo a cielo abierto (en estanques o jaulas); de la disponibilidad de agua de abastecimiento de calidad en el sitio seleccionado; de terreno apto para las construcciones necesarias, del conocimiento del productor acerca del manejo a efectuar durante todas las fases del cultivo; así como de otros factores importantes a respetar en acuicultura para cualquier especie bajo cultivo.

Un concepto importante a determinar durante el diseño del proyecto de cultivo, es especialmente la denominada "capacidad de carga" (que se entiende como la máxima biomasa o cantidad de materia viva) que es capaz de ser sustentada en la unidad de producción seleccionada (sea estanque, tanque, raceway, jaulas o cualquier otro sistema), ya que el crecimiento de los peces bajo cultivo se detendrá cuando dicha capacidad alcance su máximo y cualquier tentativa de superar este límite, podrá posibilitar la pérdida del cultivo a menos que se incremente la tecnología a utilizar (aireación, oxigenación, recirculación , etc.). Por ello es tan importante que el productor defina el sistema y conozca previamente las densidades de cultivo a las cuales piensa colocar sus peces en las distintas fases del mismo, según las características de esta especie. Generalmente, estos datos se completan con referencias bibliográficas experimentales o por estimaciones basadas en cultivos de otros productores. La cosecha de los peces se debe ejecutar al alcanzar la "biomasa económica", cuando se acumula la máxima rentabilidad del cultivo.

En acuicultura, es conveniente realizar la producción a través de diferentes fases de cultivo y lo mismo sucede con la tilapia, ya que ésta es la mejor

manera de optimizar el uso de la unidad del sistema en cada paso. Existen trabajos en Brasil, donde se ha demostrado que una piscicultura puede producir un 38% más de tilapias utilizando tres (3) fases de cultivo, en lugar de una sola. Por ejemplo: una fase única de cultivo, implicaría cultivar los peces en una misma unidad, abarcando el tiempo de cultivo desde 1 g hasta 500 – 600 g (listas para su venta en clima subtropical). Sin embargo, el mayor rendimiento se obtendrá si este lapso se divide en por lo menos dos fases, donde la primera abarque desde 1 g hasta 30 g (conocida como de "pre-engorde") y la segunda desde 30 hasta 200 a 500 gramos (que sería en general, el peso máximo obtenido durante la "estación de crecimiento", considerada para la especie a cielo abierto y en el subtrópico argentino. Si se tratara de un sistema de recirculación cerrada, el productor debería determinar estas fases según el máximo del peso al cual deseara arribar, pero separando siempre el pre-engorde del engorde hasta alcanzar el mercado (500-600 gramos o más) y según la rentabilidad a obtener (sobre este particular no existen datos suficientes en cuanto a densidades aconsejables).

El Estado de Nayarit es una de las entidades con mayores limitaciones económicas de la República Mexicana; la economía de las zonas rurales gira entorno a pequeñas parcelas familiares en las cuales pueden incluir hortalizas, cítricos y aves de corral. Debido al grado de marginación y pobreza de la gente del campo nayarita el gobierno de México a considerado prioritario en sus programas de apoyo económico, y ha considerado adaptar en estos lugares actividades alternativas como la acuicultura.

En consecuencia el gobierno federal ha intentado introducir el cultivo de tilapia en tanques circulares (Flores Nava 1998). Sin embargo problemas técnicos, para implementar la tecnología, aunados a problemas culturales y sociales, junto con la duración sexenal de los programas de fomento, no permitieron el seguimiento y desarrollo de estos sistemas.

Cultivos Intensivos: utilizan mayor tecnología, con sustitución parcial o total de los fertilizantes por ofrecimiento de alimento externo (elaborado especialmente para la especie), que permite un aumento de la capacidad

productiva de las unidades. En este tipo de cultivo (intensivo), los desechos originados en las propias heces de los peces y en los restos de alimentos ofrecidos (dependiendo de su calidad) aumentarán los residuos y disminuirán la calidad del agua de cultivo. La capacidad de carga en tales sistemas es de cerca de 2.500 a 8.000 kg/ha/ciclo y hasta 6.000 a 10.000 kg/ha/ciclo. En estos casos es necesario estar atento frente a los alimentos ofrecidos (en relación a los requerimientos nutricionales de la especie) y por otro lado, mantener el sistema en equilibrio, pues de lo contrario se entrará en serios problemas ambientales (baja calidad de agua, disminución pronunciada de oxígeno y altas concentraciones de amoníaco) que producirán enfermedades, disminución de crecimiento y altos factores de conversión, comprometiendo las rentabilidades. Este tipo de cultivo es especialmente válido para la fase de "engorde" de tilapia, donde una fertilización inicial sería suficiente, pues posteriormente los mismos peces contribuyen con sus desechos a la fertilización del estanque. La degradación de las aguas puede perjudicar el crecimiento de los peces bajo cultivo y aún cuando las tilapias presentan gran tolerancia a la variable de oxígeno disuelto, este factor es el que limita la capacidad de carga y la producción a obtener. Dependiendo de la calidad de ración utilizada, Kubitzka (2000) señala una cantidad de alimento diario a ofrecer en torno de los 60 a 90 kg/ha/día, debiéndose determinar estas cargas según las condiciones dadas de cada cultivo.

Los estanques circulares

Permite el fácil manejo, supervisión, control de cosecha, la limpieza es más rápida y eficiente. Los estanques circulares no solo pueden instalarse en casi cualquier sitio, sino que también es posible reubicarlos, tomando en cuenta la fuente de agua, áreas de riego y vías de acceso sin deteriorar el material y que este no contiene plastificantes que podrían migrar, causando un envejecimiento prematuro de la membrana o contaminar el agua, no se degradan por los rayos ultravioleta u otros factores ambientales, no necesitan ser enterrados para sus protección.

Es posible implementarles a los estanques sistemas de oxigenación mecánicos o de oxígeno inyectado, que permiten aumentar la densidad de peces por metro cúbico de agua.

En el manejo de este equipo se debe considerar los siguientes requisitos:

- El área de trabajo deberá estar libre de animales, basura y/o objetos que pudieran dañar la membrana.
- Al realizar el terraplén de un mínimo de 12 metros de diámetro del tanque a instalar, dejar un metro de diámetro como pasillo de área de trabajo.
- Se recomienda que el área de los estanques se ha delimitada por una estructura (malla galvanizada y/o cerco).
- En el caso de no contar con aireadores se recomienda mantener una constante entrada de agua, o en sus caso colocar tubos de plástico de PVC perforados para provocar caída de agua por goteo. Y evitar problemas de oxígeno y temperatura.
- En su funcionamiento reencuentran factores importantes como: una adecuada recirculación de agua, reducción de los sedimentos en el fondo de los estanques, reducción de áreas muertas, mayor aprovechamiento de la superficie.

En México existe una gran incertidumbre en la continuidad de estos programas con cada cambio de gobierno, de aquí la necesidad de buscar estrategias de producción que permitan la consolidación de empresas acuícolas rurales o bien, que coadyuven a atenuar los efectos de la falta de continuidad en dichos programas.

En el sexenio actual nuevamente se quiere dar un gran impulso al desarrollo de la acuicultura en la entidad y en particular el cultivo de tilapia estanques circulares en zonas rurales, sin embargo no se puede hablar de su plena consolidación, ya que la curva de aprendizaje, asimilación y maduración de estos sistemas parece superar la duración sexenal de los programas de fomento.

La tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) es producida en muchas áreas tropicales del mundo por ser muy resistente y tener rápido crecimiento bajo una extensa variedad de esquemas de manejo (Brummett and Alon, 1994). En el estado de Nayarit, como en algunas otras entidades de México, el cultivo de la tilapia es concebido como una actividad de autoconsumo y

complementaria de las actividades agrícolas y de pesquería, cuyos excedentes son vendidos a pie de estanque, en el mercado local o en algunos casos con fines turísticos (pesca y consumo in-situ).

Sin embargo el éxito o fracaso de cualquier estrategia de manejo no solo dependerá de las posibilidades tecnológicas, sino también de los factores sociales y económicos implícitos en el entorno donde se desarrolle la actividad (Stewart and Seijo 1994).

Antecedentes.

El cultivo en estanques circulares se lleva a cabo alrededor del mundo en más de 65 países, estando la mayoría de estos ubicados en los trópicos y subtropicos. En países como México donde a pesar de que los recursos naturales son abundantes en peces, moluscos y crustáceos no se tiene una tradición en la acuacultura, la primera vez que se documentó la potencialidad de la acuacultura ocurrió en los primeros años de 1790, cuando Antonio Alzate, (1792), destacó la importancia de cultivar a las especies nativas de la entonces nueva España como un medio de aumentar la disponibilidad de peces cuya demanda iba en aumento.

Un siglo después Esteban Cházari, en un famoso tratado de Piscicultura (1884), considera fundamental para impulsar el cultivo de peces, la importación de especies exóticas como la carpa y la trucha. Cuarenta años después, las carpas introducidas por Cházari (1884), fueron consideradas como alternativa en los sistemas alimentarios de autoconsumo y se integran programas de acuacultura rural, con el fin de que el campesino complementara su dieta y al mismo tiempo lo arraigara en sus comunidades, propósito que aún se le considera entre los planes y programas del sector gubernamental, aunque a sido superado por los propósitos comerciales.

Los estudios biológicos sobre las diferentes especies de tilapia, han sido realizados en México, principalmente en el estado de Oaxaca, lugar donde se inició la siembra de tilapia en nuestro país en el año de 1976 y aproximadamente en 1979, se estableció la captura de la especie (Basurto 1992).

El cultivo intensivo de Tilapia está siendo abordado en diferentes países por las numerosas ventajas. Para aprovechar las otras cualidades de esta especie: alta resistencia a enfermedades, un índice de mortalidad igual o cercano a cero, un coeficiente nutricional excelente, baja demanda de oxígeno disuelto y alta resistencia al manejo, se plantea para el cultivo intensivo, la necesidad de realizar el cultivo monosexual.

En México desde la década de los 70 y principios de los 80 se ha intentado introducir el cultivo intensivo de tilapia en tanques de concreto, con el doble propósito de implementar sistemas de riego agrícola y el cultivo de tilapia (Flores-Nava, 1998). Sin embargo, problemas técnicos para implementar la tecnología, aunados a problemas sociales y culturales, junto con la duración sexenal de los programas de fomento, no permitieron el seguimiento y desarrollo de estos sistemas.

La tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) es producida en muchas áreas tropicales del mundo por ser muy resistente y tener rápido crecimiento bajo una extensa variedad de esquemas de manejo (Brummett y Alon, 1994). En el estado de Nayarit, como en algunas otras entidades de México, tales como Morelos, Guerrero, Oaxaca, Tabasco, Veracruz y Yucatán el cultivo de tilapia es concebido como una actividad de autoconsumo y complementaria a las actividades agrícolas y de pesquería, cuyos excedentes son vendidos a pie de estanque, en el mercado local o en algunos casos con fines turísticos (pesca y consumo).

Varias líneas de investigación sobre la tilapia se han desarrollado, una de ellas se ha orientado a determinar la viabilidad técnica del policultivo con otros peces de agua dulce tales como, carpas, otras especies de tilapia (Hulata et al, 1993; Vromant et al, 2002), crustáceos como el langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) (Cohen et al, 1983a ; Cohen et al, 1983b; Tidwell et al, 2000; entre otros), y de manera más reciente con langosta australiana (*Cherax quadricarinatus*) (Brummett y Alone, 1994; Karplus et al, 1995; Rouse and Kahan 1998; Barki et al, 2001, Karplus et al, 2001, Ponce et al., 2005). Pero el estudio del cultivo de la tilapia bajo diferentes sistemas intensivos ha sido escaso

Sin embargo el éxito o fracaso de cualquier estrategia de manejo no sólo depende de las posibilidades tecnológicas, sino también de los factores sociales y económicos implícitos en el entorno donde se desarrolle esta actividad (Stewart y Seijo, 1994). De aquí la necesidad de explorar la viabilidad económica de las diferentes estrategia de manejo dado que no han sido determinadas.

Para el estudio económico de los sistemas comerciales de cultivo de peces se han desarrollado los modelos bioeconómicos, los cuales han tenido precedentes en el análisis de pesquerías y han sido adaptados en diversas formas para la acuicultura. Los trabajos de Cacho et al, 1990; Springborn et al, 1992; Cacho 1997; entre otros; muestran la utilidad de los modelos bioeconómicos como herramienta de evaluación. Sin embargo existen pocos trabajos de valoración económica y productiva relacionados con el cultivo del tamaño del proyecto en condiciones rurales. En este sentido se han llevado a cabo estudios con el policultivo de la tilapia y otras especies como el de Boll y Lanzer, 1995, quienes evaluaron el policultivo de tilapia con carpas chinas a través de un análisis bioeconómico, por otra parte Sadek y Moreau, 1996 y 1998, realizaron estudios de beneficio-costos de tilapia con especies de alto valor comercial como el langostino (*Macrobrachium rosenbergii*); y de manera más reciente Irz y Mckenzie (2003), han hecho análisis de factibilidad y eficiencia económica en el policultivo de camarón con peces de agua marina.

En cuanto al cultivo de la tilapia en sistemas intensivos se han hecho estudios en el Salvador desde 2002 a la fecha (2007) entre la escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñónez" ENA, y con el Dr. Chen Chii Min de la Misión de Taiwán, con la que han desarrollado el cultivo intensivo en tanques de concreto rectangulares con densidades de 50 org/m³, con buenos resultados (Fig. 1).



Figura 1. Tanques de concreto de cultivo intensivo de tilapia en la República del Salvador.

Por las condiciones económicas y políticas de producción en Cuba los sistemas de cultivo de peces en estanques que actualmente se utilizan son principalmente intensivos, tanto rústicos rectangulares como tanques de concreto circulares con aireación (Fig. 2) y sistemas de cultivo superintensivo para la tilapia y el pez gato con alimentación y control hidroquímico automatizados, con muy buenos resultados productivos hasta 100 Ton/Ha y alta rentabilidad. Pero los resultados no son publicados, solo existen pequeños informes enfocados más al aspecto de producción biológica.



Figura 2. Tanques circulares de concreto de cultivo intensivo de tilapia en Cuba.

En nuestro país se han llevado a cabo estudios sobre el cultivo de la tilapia y otras especies como la langosta de agua dulce y el camarón en tanques de geomembrana en zonas rurales con poco desarrollo con pequeños grupos en el Estado de Guerrero (Ponce-Palafox et al., 2005) con resultados interesantes, pero se ha encontrado que estos sistemas han tenido problemas en la organización y tamaño de proyecto, abastecimiento de agua, luz eléctrica, operación de los aireadores y bombas, lo que finalmente ha repercutido en los costos de producción. En el estado de Nayarit se han realizado estudios con estos sistemas (Velazco et al., 2006) pero en bajas densidades y los resultados han mostrado que en éstas condiciones, es posible realizar un cultivo semi-intensivo durante la época fría, con resultados alentadores con el uso de aguas termales.

Sin embargo los análisis económicos en sistemas acuícolas se han realizado principalmente en sistemas de policultivo de baja intensidad. Por lo que el estudio de sistemas intensivos con especies de bajo costo en condiciones rurales es reciente y escaso.

Por otro lado se han desarrollado proyectos en el sector privado del Estado de Veracruz (Fig. 3), en el cual se esta utilizando oxígeno líquido inyectado al afluente de los tanques circulares de concreto (Álvarez, 2006). En estos sistemas han obtenido una concentración promedio de 5.9 mg/l; la biomasa cosechada fue también 2.5 veces mayor que la del testigo y los peces mostraron excelente estado de salud. Se encontró que la alta concentración de oxígeno redujo en 57.2% promedio los compuestos amoniacaes y en 15.1% los nitritos, mitigando los efectos tóxicos de estas sustancias sobre los organismos y permitiendo cultivar volúmenes mucho mayores sin necesidad de incrementar el uso del agua.

Para maximizar el potencial de la piscicultura o calcular los costos o beneficios relativos de esa actividad en una masa de agua destinada a múltiples usos es preciso cuantificar, en términos de calidad de las aguas, las repercusiones del cultivo extensivo, semi-intensivo e intensivo en todas las modalidades de sistemas de cultivo (estanques, jaulas, corrales, canales de corriente rápida y tanques circulares) en sitios específicos, bajo condiciones de tiempo real.



Figura 3. Tanques de circulares de concreto en el Estado de Veracruz con inyección de oxígeno líquido en el afluente.

La falta de información de ese tipo ha obligado a varios organismos de países templados y tropicales a establecer límites para el desarrollo que, por haberse basado en pocos datos, han sido considerados como parcialmente arbitrarios.

La experiencia de Cuba nos muestra que el cultivo intensivo de la tilapia en tanques circulares en proyectos pequeños (8 estanques) los costos de producción son elevados por lo que la producción de estos sistemas deberá enfocarse a, mercados de alto valor o a la exportación

Por lo que la finalidad del presente trabajo es estudiar el proceso de diseño, construcción, operación y la factibilidad económica del cultivo de tilapia nilótica en tanques circulares como estrategia de producción en el estado de Nayarit considerando la rentabilidad del tamaño del proyecto en condiciones de producción comercial en proyectos rurales.

Objetivos

General

Estudiar la producción de peces en estanques circulares en el Estado de Nayarit con énfasis en la factibilidad técnica y económica de este sistema en el sector rural.

Específicos

Caracterizar los proyectos de tanques circulares en el Estado de Nayarit.

Describir el proceso de producción de tilapia en tanques circulares bajo las condiciones del estado de Nayarit.

Determinar los indicadores técnicos y operativos de los proyectos.

Analizar la factibilidad del cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit, con énfasis en el tamaño del proyecto.

Metodología

Para realizar la presente investigación se siguieron dos estrategias una de gabinete y la otra de campo. En la de gabinete se realizó una investigación documental sobre el origen, constitución y su ubicación de los proyectos. Así como la realización del análisis estadístico y gráfico de la información físico-química, biológica, productiva de acuerdo a Arredondo y Ponce-Palafox (1998) y económica (estado de resultados y tamaño de proyecto). En la de campo se determinaron parámetros de la calidad del agua (temperatura, pH y oxígeno disuelto del agua) con un oxímetro YSI 85 mensualmente, el crecimiento, producción de las tilapias, entrevistas a los integrantes de los grupos y los costos de los insumos y manejo de los tanques circulares. El proceso que se llevo a cabo fue el siguiente:

- 1.- Ubicación geográfica
- 2.- Selección de grupos y financiamiento
- 3.- Programa de operación y mantenimiento del proyecto
- 4.- Construcción de Tanques Circulares
 - 4.1 Características de la infraestructura a instalar
 - 4.2 Proceso de instalación
 - 4.3 Funcionamiento del estanque
 - 4.4 Sistema de oxigenación
 - 4.5 Mantenimiento
- 5.- Actividades técnicas durante el cultivo
 - 5.1. Calidad del agua del cultivo en tanques circulares
 - 5.2 Siembra, Densidades y Crecimiento de la Tilapia en tanques circulares.
 - 5.3 Programa de alimentación
 - 5.4 Enfermedades y tratamientos
 - 5.5 Limpieza de tanques
 - 5.6 Cosecha
6. Aspectos Económicos
 - 6.1 Comercialización
 - 6.2 Producción y Rendimiento

6.3 Estado de Resultados

6.4 Análisis de Inversiones

6.5 Análisis Financiero

Resultados

1.- Ubicación geográfica

La ubicación geográfica y altitud de los proyectos donde se desarrollaron los cultivos se presentan en la tabla 1. Encontramos seis proyectos ubicados a menos de 100 metros sobre el nivel del mar; seis distribuidos entre los 100-1000 metros sobre el nivel de mar y 1 arriba de los 1000 metros sobre el nivel de mar.

Tabla 1. Coordenadas Geográficas y altitud de los proyectos de tanques circulares en el Estado de Nayarit.

Grupo	Localidad	Ubicación geográfica	Altitud (msnm)
Grupo de trabajo "Acatita"	Acatita	22°48' 41" 105° 14' 54"	550
Grupo de trabajo "San Andrés Milpillas"	San Andrés Milpillas	22° 51' 48" 105° 07' 06"	1400
Grupo de trabajo "Caramota"	Caramota	21° 38' 39" 105°17' 50"	60
La Corriente de San Pedro	El Venado	21° 56' 50" 104° 59' 23"	50
La Pequeña	El Llano	21° 25' 08" 105° 10' 43"	30
Grupo de trabajo "Santa María del Oro"	Santa María del Oro	21° 20' 02" 104° 35' 18"	1160
Grupo de trabajo "Corral de Piedra"	Corral de Piedra	21° 49' 18" 105° 01' 07"	50
Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	Pozo de villa	21° 49' 56" 105° 18' 20"	10
"Producción Pesquera Ríos de Agua Viva"	Jesús María Cortes	21° 43' 21" 104° 52' 59"	160

Cont. Tabla 1. Coordenadas Geográficas y altitud de los proyectos de tanques circulares en el Estado de Nayarit.

Grupo	Localidad	Ubicación geográfica	Altitud (msnm)
"Oasis del Pescador"	Benito Juárez	21° 35' 59" 105° 00' 11"	550
Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	Colonia 6 de Enero	21° 31' 40" 104° 48' 18"	880
Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	5 de Mayo	21° 41' 29" 105° 05' 18"	80
Grupo de Trabajo "Pochotitan"	Santiago de Pochotitán	21° 35' 02" 104° 42' 01"	780
Grupo de Trabajo "Pantanal"	Pantanal	21° 25' 31" 104° 51' 34"	960

A continuación se muestra en la figura 4, la ubicación geográfica de los cultivos de tilapia en tanques circulares en el estado de Nayarit.



Figura 4. Distribución geográfica de los proyectos de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit.

En los 14 sistemas de cultivo no se realizaba actividad productiva y no corresponde a un área natural protegida. Su operación requirió de la autorización de la Comisión Nacional del Agua, para el aprovechamiento de los diversos cuerpos de agua, también se realizaron los trámites para obtener la concesión acuícola y la autorización de la manifestación de impacto ambiental.

En la figura 5 se presentan los proyectos apoyados por municipio, contando con cinco proyectos ubicados en el municipio de Tepic; tres en el Municipio de Huajicori; dos en el Municipio de Santiago Ixcuintla y uno para los municipios de Santa María del Oro, San Blas, Ruiz y Xalisco.

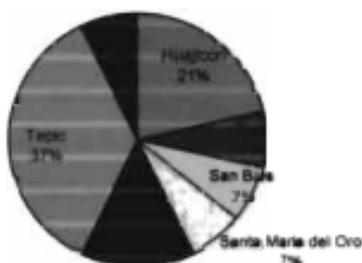


Figura 5. Distribución por Municipio de los proyectos de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit.

2.- Selección de grupos y financiamiento

Para llevar a cabo el estudio se utilizaron 14 grupos apoyados por PRONAR 2004; los cuales fueron seleccionados en base a la viabilidad social (grado de marginalidad), ambiental, económica y técnica (estudio técnico-ambiental). A continuación se enlistan en la tabla 2 los grupos.

Tabla 2. Proyectos de tanques circulares y monto de apoyo inicial en el Estado de Nayarit en 2004.

Municipio	Localidad	Organización Nombre del grupo	Beneficiarios directos	Monto Apoyado
Huajicori	Acatita	Grupo de trabajo "Acatita"	20	76,760.10

Continuación Tabla 2. Proyectos de tanques circulares y monto de apoyo inicial en el Estado de Nayarit en 2004.

Municipio	Localidad	Organización	Beneficiarios directos	Monto Apoyado
		Nombre del grupo		
Huajicori	San Andrés Milpillas	Grupo de trabajo "San Andrés Milpillas"	26	76,760.10
Huajicori	Caramota	Grupo de trabajo "Caramota"	30	11,601.89
Ruiz	El Venado	La Corriente de San Pedro S. C. de R.L.	14	165,484.98
Santa María del Oro	Santa María del Oro	Grupo de trabajo "Santa María del Oro"	12	73,811.11
Santiago Ixcuintla	Corral de Piedra	"Acamarjos "S. C. de R. L.	13	112,182.41
Santiago Ixcuintla	Pozo de villa	Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	10	125,354.25
Tepic	Jesús María Cortes	"Producción Pesquera Ríos de Agua Viva" S. C. de R.L.	8	103,988.09
Tepic	Benito Juárez	"Oasis del Pescador" S. P. R. de R. L.	9	95,913.90
Tepic	Colonia 6 de Enero	Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	15	106,277.18
Tepic	5 de Mayo	Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	6	69,070.50
Tepic	Santiago de Pochotitán	Grupo de Trabajo "Pochotitan"	12	81,777.50
Xalisco	Pantanal	Grupo de Trabajo "Pantanal"	10	75,553.98
Total			198	\$1,251,485.99

En la figura 6 se muestra el tipo de organización que presentan los grupos apoyados. Predominan los "Grupos de trabajo" con 9 (65%), 3 sociedades cooperativas de responsabilidad limitada (21%) y 2 sociedades de producción rural de responsabilidad limitada (14%).

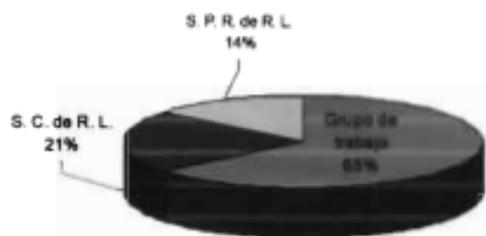


Figura 6. Tipo de figura asociativa de los proyectos de tanques circulares en el Estado de Nayart.

El número de personas que integran los grupos se distribuye de la siguiente manera (Fig. 7). Predominan los grupos de 11 a 20 integrantes con 7 grupos (50%); seguido de 1-10 con 5 grupos (36%) y de 21-30 con 2 grupos (14%).

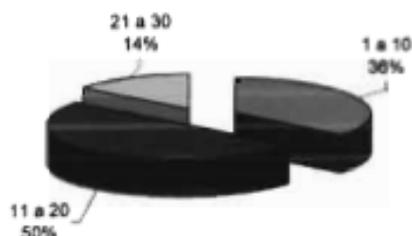


Figura 7. Número de integrantes de los grupos de los proyectos de tanques circulares.

La ocupación de los integrantes de los grupos de los proyectos de tanques circulares en el Estado se encuentran integrados principalmente por campesinos con el 58% (Fig. 8); los jóvenes y maestros con el 14%; los

profesionistas con 14%; los pescadores y campesinos con el 7% y las mujeres y campesinos con el 7%.

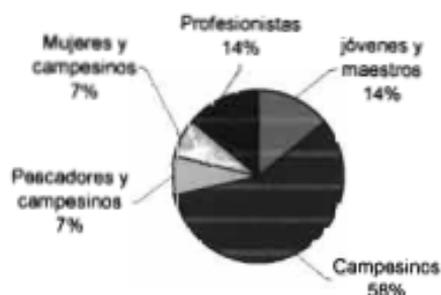


Figura 8. Ocupación de los integrantes de los socios de los grupos de los proyectos de tanques circulares.

3.- Programa de operación y mantenimiento del proyecto

Se presenta (Tabla 3) el calendario de las actividades desarrollado en los 14 proyectos desde la construcción hasta la cosecha. En algunos proyectos se cosecho desde septiembre de 2005 y en otros hasta abril de 2006.

Tabla 3. Calendario de actividades desarrollado en los proyectos de tanques circulares.

Actividad	MES																		
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	
Preparación del terreno (Nivelación y Terraplén)	X																		
Instalación de la Infraestructura		X	X																
Preparación de los estanques		X	X																
Siembra			X	X	X	X													
Alimentación de los organismos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cosecha											X	X	X	X	X	X	X	X	X

4.- Construcción de Tanques Circulares.

Debido a que no existe ningún documento sobre la construcción de estanques circulares de concreto y geomembrana, y para el caso de tanques de geomembrana solo los proveedores de los estanques tienen el procedimiento y es reservado para su empresa, por lo que el productor no tiene el manual de operaciones de su sistema en esta etapa, se describe el proceso observado en varios de los proyectos.

4.1 Características de la infraestructura a instalar

Los tanques circulares de geomembrana (Fig. 9) constan de un sistema de estanques prefabricados de forma circular con una capacidad de 83,277Lts litros de agua (83.3 m^3), de 9.40 metros de diámetro, 29.53 metros de circunferencia a 1.20 mts de altura. Las características de los estanques de concreto se muestran en la figura 10.

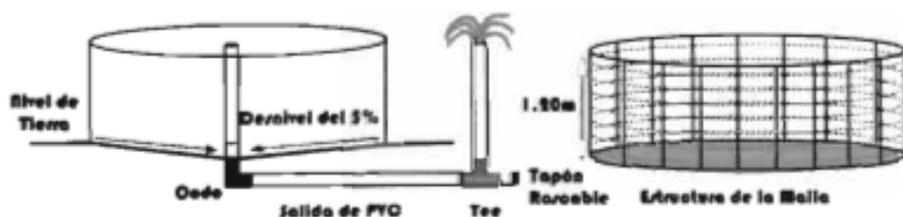


Figura 9. Tanques circulares de geomembrana para producción de peces

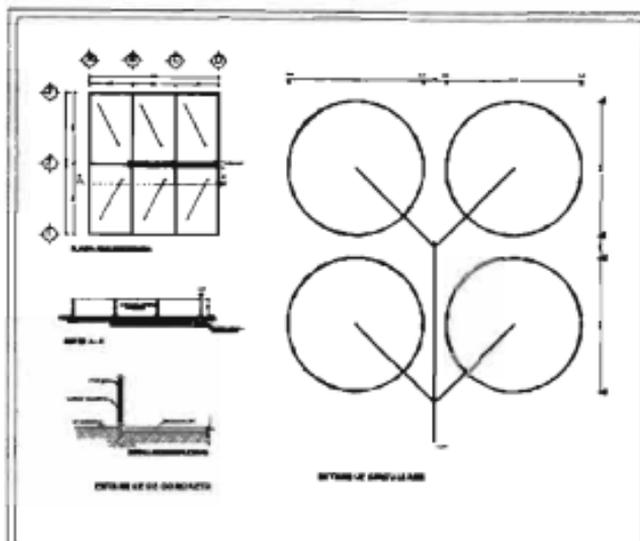


Figura 10. Tanques circulares de concreto para producción de peces

En 12 comunidades se instalaron un total de 33 estanques (Tabla 4) de geomembrana, bajo la asesoría de la empresa Membranas Los Volcanes; de Ciudad Guzmán, Jalisco. Para el caso de Pochotitán este grupo ya contaba con 6 los tanques de geomembrana instalados con una capacidad de 149,000 litros de agua, de 12.60 metros de diámetro, 39.58 metros de circunferencia y 1.20 metros de alto; y el último grupo de trabajo de El Llano ellos cuentan con tanques circulares de concreto.

Tabla 4. Proyectos de tanques circulares y número de tanques instalados

No.	Municipio	Localidad	Nombre del grupo	Tanques de 80 m ²
1	Huajicori	Acatita	Grupo de trabajo "Acatita"	3
2	Huajicori	San Andrés Milpillas	Grupo de trabajo "San Andrés Milpillas"	3
3	Huajicori	Caramota	Grupo de trabajo "Caramota"	3

Cont. Tabla 4. Proyectos de tanques circulares y número de tanques instalados

No.	Municipio	Localidad	Nombre del grupo	Tanques de 50 m ³
4	Rulz	El Venado	La Corriente de San Pedro	3
5	Santa María del Oro	Santa María del Oro	Grupo de trabajo "Santa María del Oro"	2
6	Santiago Ixcuintla	Corral de Piedra	"Acuamarjos" S. C. de R. L.	3
7	Santiago Ixcuintla	Pozo de villa	Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	3
8	Tepic	Jesús María Cortes	"Producción Pesquera Ríos de Agua Viva"	3
9	Tepic	Benito Juárez	"Oasis del Pescador"	3
10	Tepic	Colonia 6 de Enero	Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	3
11	Tepic	5 de Mayo	Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	2
12	Jalisco	Pantanal	Grupo de Trabajo "Pantanal"	2
No.	Municipio	Localidad	Nombre del grupo	Tanques de 149 m ³
13	Tepic	Santiago de Pochotitán	Grupo de Trabajo "Pochotitán"	6
No.	Municipio	Localidad	Nombre del grupo	Tanques de concreto
14	San Blas	El Llano	La Pequeña	4

4.2 Proceso de instalación

La instalación de los tanques de geomembrana de los proyectos estudiados siguió el mismo procedimiento que a continuación se describe:

a). *Limpieza del área*

Esto implicó dejar perfectamente despejado de maleza y cualquier otro material que interfiriera en los trabajos e incluso dejar el terreno en preparación esto es tierra suelta y/o floja según el caso.

b). *Nivelación del terreno*

Para la nivelación en algunos casos fué necesario realizar varios viajes de material de relleno, esto dependió de las condiciones naturales del terreno, esparciéndola uniformemente, como resultado se formó una capa compactada a nivel del suelo, quedando en condiciones adecuadas para iniciar la obra (Fig. 11)



Nivelación grupo de trabajo Colonia 6 de Enero



Nivelación en S. P. R. "Oasis del pescador"



Nivelación grupo de trabajo "Pozo de villa"



Nivelación grupo "San Andrés Milpillás"

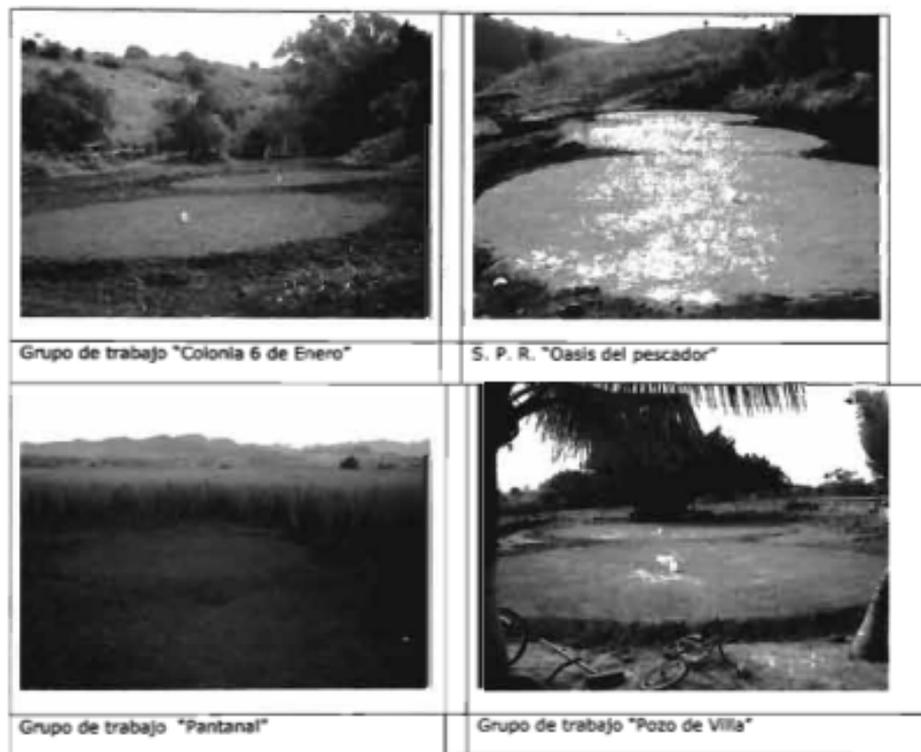


Figura 11. Nivelación del terreno y terraplén de varios proyectos de tanques circulares en el Estado de Nayarit.

c). *Instalación del drenaje del estanque.*

En la figura 12 se muestra como debe de quedar el drenaje en cada uno de los tanques circulares, mostrando el tubo de salida y el tubo de demasías.

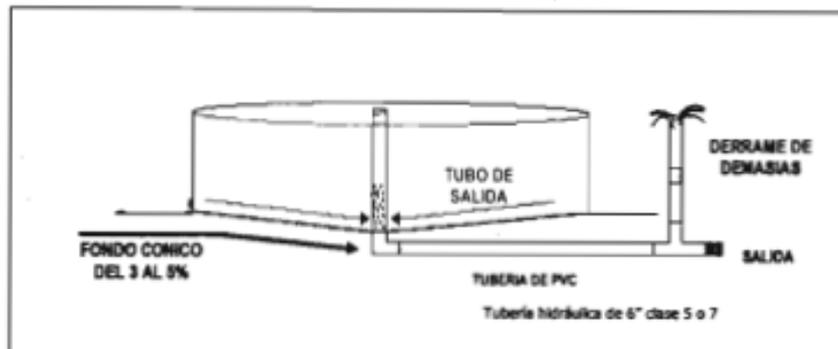


Figura 12. Diagrama de la distribución del drenaje en un tanque circular.

Para llevar a cabo la instalación del drenaje en la mayoría de los sitios se realizó una excavación a mano con pico y pala de 12 metros de longitud aproximadamente esto dependió de lo retirado de la toma de agua o reservorio; la profundidad de la excavación fue de 30 centímetros en el centro y 50 centímetros a la altura del registro de la descarga de agua. Donde se colocó tubería de PVC hidráulico de 6", dejando al descubierto y/o de manera superficial una tubería de aproximadamente 20 centímetros dicha tubería va en centro de el estanque. (Figura 13)



Corte de tubería para instalación del drenaje



Tubería utilizada para el drenaje



Tubería instalada en "Pantanal"



Instalación de tubería en "La corriente de San Pedro"



Instalación de tubería en "La corriente de San Pedro"

Figura 13. Instalación del drenaje en los proyectos de tanques circulares

d). Nivelación y terraplén de tierra:

La tubería queda al descubierto de 20 centímetros. Al centro de donde se colocara el estanque, este será el punto de partida para realizar la medición del diámetro del terraplén, con la ayuda de una cinta métrica e hilo para nivelar; se inicia la medición del centro de la tubería se tira hilo hacia el extremo marcando la distancia con una varilla esto se realizó hasta que quedo señalado en el terreno el diámetro del estanque.

La forma cónica que se le dio al estanque se realizó de la siguiente manera: Se lleva a cabo con la ayuda de hilo este se coloca en la parte superior de la

tubería de descarga o drenado que se ubica en el centro del futuro estanque a 20 centímetro de altura del terreno natural, posteriormente del centro se pasa nivel con de manguera a los extremos estos será referencia a cada una de los puntos, el señalamiento resultado de la nivelación se marcan con cintas en las varillas posteriormente se colocan hilos de las varillas al centro del tubo a la parte inferior. Ya teniendo bien hecho el trazo se inicia a rellenar hasta el nivel de las marcas con tierra floja o arena compactando con un pizón. Teniendo nuestro terrapién completamente compactado, se retiran las cintas y las varillas. (Fig. 14)



Figura 14. Nivelación y terrapién de tierra.

e). Instalación de la Malla electro soldada (6x6-¼ de grueso)

Se coloca la estructura metálica (malla electro soldada) revistiendo las paredes del estanque con el plástico, dando de esta manera la forma circular al estanque. (Figura 15)



Grupo Colonia 6 de Enero

Figura 15. Instalación de la malla



S. C. de R. L. " La corriente de San Pedro"

f). Instalación de la Geomembrana

Para la instalación de la geomembrana se desdoblaron los plásticos, estos vienen debidamente medidos y cortados se coloca la membrana en el terraplén estirándola lo mas que se pueda (Fig. 16)



La corriente de San Pedro*



S. C. de R. L. * La corriente de San Pedro*



Figura 16. Instalación de la geomembrana

g). Instalación de tubería galvanizada de 1" ¼ de grueso

Los tubos galvanizados tiene la medida de 1.50 metros, se enterraron 30 centímetros para el sostén de la malla, que dando a una altura de 1.20 metros. (Figura 17)



Grupo "Colonia 5 de Enero"



S. C. de R. L. "La corriente de San Pedro"



Figura 17. Instalación de tubería galvanizada

h). Instalación de varilla de 1/4", nudos de 1/4" y cable de acero de 1/4".

En la parte inferior del estanque se colocan dos cables de acero como refuerzo de los tubos y el estanque (Fig. 18)

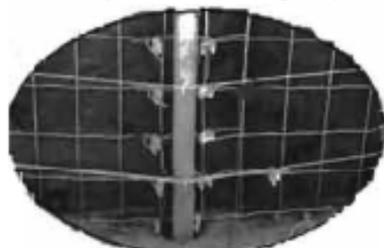


Figura 18. Nudos de 1/4" y cable de acero de 1/4".

i). Instalación de remaches 100% aluminio

Para fijar la geomembrana a la estructura circular de soporte se coloca en el borde superior y se fija con remaches (Fig. 19)



Figura 19. Remaches para fijar geomembrana a estructura

j). Instalación de la bota.

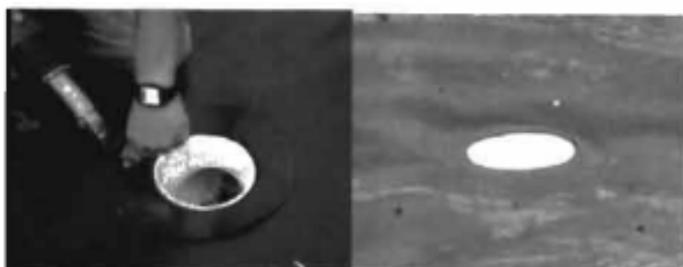


Figura 20. Instalación de la bota del drenaje central en los estanques circulares.

k). Instalación del sistema de desagüe:

En la parte del registro la tubería del terraplén lleva colocado cuatro partes de tubería para el llenado del estanque. Este tiene el mismo nivel que el tubo de descarga, que se encuentra en la parte interior del estanque. (Figura 21)





Desagüe grupo de trabajo "Colonia 6 de Enero"



Desagüe S. C. de R. L. " La corriente de San Pedro"

Figura 21. Sistema de desagüe de los tanques circulares

Estanques Instalados



Grupo de trabajo "Colonia 6 Enero"



S. C. de R. L. " La corriente de San Pedro"



S. P. R. "Oasis del Pescador"



Grupo de trabajo "Ejido 5 de Mayo"

Figura 22. Estanques terminados en algunos proyectos del estado de Nayarit.

4.3 Funcionamiento del estanque

Este inicio en el momento que los estanques se encontraron conectados a la toma de agua que dependen de la pileta de reservorio teniendo como función abastecer los estanques por medio de la tubería, así como las descargas. Como buena practica de manejo del estanque el productor y/o técnico según fue el caso se realizó un llenado previo para verificar si no existían fuga de agua. Este consistió en llenar el estanque de agua a 30 centímetros. En algunos estanques se presentaron fugas las cuales fueron corregidas por el personal de la empresa contratada. También se construyó un registro en la descarga de agua con la finalidad de proteger la tubería de desagüe. Posteriormente se llenaron los estanques (Fig. 23)

* Llenado de los estanques



Grupo de trabajo "Colonia 6 Enero"



S. C. de R. L. " La corriente de San Pedro"



S. C. "Acuamarjos"



Grupo de Trabajo "Jesús María Cortes"

Figura 23. Llenado de estanques en algunos proyectos del estado de Nayarit.

4.4 Sistema de oxigenación

La oxigenación para estanques circulares son sistemas mecánicos y de inyección directa. Para el caso de este cultivo es esencial para un buen funcionamiento del estanque, ya que proporciona las condiciones de oxígeno necesarias para las crías. Se sugiere la utilización del sistema de oxigenación directa debido al espacio que se tiene dentro del estanque. La cantidad de tiempo que se deberá de tener la oxigenación en el estanque dependió del tamaño de la cría y la temperatura ambiental.

El sistema de oxigenación presento problemas debido a que la mayoría de los grupos no cuentan con instalación eléctrica para el funcionamiento de aireadores; y se presento en la mayoría de los proyectos bajo recambio de agua y mal manejo en la limpieza del fondo de los estanques.

El financiamiento del programa fue dotar de aireadores de ½ hp a seis grupos (tabla 5), el resto de las proyectos (8) no tienen instalación eléctrica. En este caso se trato de instalar tuberías en "T", o circular con manguera perforada el estanque para una mayor oxigenación, así como incrementar el porcentaje de recambio de agua. Sin embargo, estas estrategias no fueron llevadas a cabo en la mayoría de los grupos.

De los grupos apoyados con aireadores solo el grupo de trabajo "Pozo de Villa" los utilizaba funcionando 2 horas al día por la noche; el resto de los grupos no adaptaron su instalación eléctrica.

Tabla 5. Grupos apoyados con aireadores.

No.	Grupo	Aireadores de ½ hp	No.	Grupo	Aireadores de ½ hp
1	Grupo de trabajo "Acatita"	0	8	Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	3
2	Grupo de trabajo "San Andrés Milpillas"	0	9	"Producción Pesquera Rios de Agua Viva"	0
3	Grupo de trabajo "Caramota"	0	10	"Oasis del Pescador"	0
4	La Corriente de San Pedro	3	11	Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	1
5	La Pequeña	0	12	Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	0
6	Grupo de trabajo "Santa Maria del Oro"	1	13	Grupo de Trabajo "Pochotitan"	0
7	"Acuamarjos"	1	14	Grupo de Trabajo "Panajol"	2

4.5 Mantenimiento

Para realizar el mantenimiento a esta unidad acuícola se considero:

- ✓ Mantener limpio el área de los estanques, y eliminar la maleza alrededor.
- ✓ En el caso de los aireadores, se mantuvieron los flotadores libres de macroalgas y basura, de igual forma las aspas y propelas. El productor y/o técnico del cultivo se le recomendó que debería ser muy cuidadosos ante cualquier cambio de ruido del motor ya que esto puede evitar un deterioro a la unidad.
- ✓ Al momento de alimentar se observó si quedaba sobrante de alimento en la superficie. En casos que así fue se retiró.
- ✓ En los casos que se podía se recambio el agua entre un 10 a 20 % de agua diario.
- ✓ Cuando se presentó alguna mortandad de organismos estos se retiraron inmediatamente del estanque, y se observó si existía un cambio físico.
- ✓ En el caso de la estructura se llevó un estricto control ya que se realizaron varias observaciones entre las que ase encuentran:
 - Que los cinchos no se encuentren demasiados forzados.
 - Que no existan fugas.
 - Que no presente deformaciones o quebraduras en la parte superior.
- ✓ Mantener la estructura hidráulica (entrada y salida de agua) sin quebraduras.

a) Sistema Hidroneumático

El recambio de agua fue el principal problema que se presento en los grupos, debido a que la mayoría no contaba con la infraestructura adecuada en la toma de agua y no siguieron las recomendaciones del fabricante en cuanto al recambio y limpieza de los tanques.

A continuación se muestra en la tabla 6 el origen de la toma de agua y el mecanismo utilizado para abastecer los estanques, así como el porcentaje de recambio y la principal problemática a la que se enfrentaron los grupos.

Tabla 6. Características del suministro y manejo hidroneumático del agua de los proyectos de tanques circulares.

No.	Nombre del grupo	Origen (toma)	Mecanismo	% Recambio	Problemática
1	Grupo de trabajo "Acabita"	Pozo profundo	gravedad	80 cada tercer día	utilizan agua pública
2	Grupo de trabajo "San Andrés Milpillas"	Arroyo	Bombeo	50 cada tercer día	no hacen recambio por gasto del bombeo
3	Grupo de trabajo "Caramota"	Ojo de agua	Bombeo	80 cada tercer día	aguas termales
4	La Corriente de San Pedro	Manantial	bombeo	80 cada tercer día	Oxígeno bajo, cuentan con aireadores pero no los usan por falta de instalación eléctrica
5	La Pequeña	Arroyo	gravedad	constante	ninguno
6	Grupo de trabajo "Santa María del Oro"	Ojo de agua	bombeo	40 cada tercer día	Insuficiente el volumen de agua para el gasto de agua requerido
7	"Acuamarjos" S. C. de R. L.	Canal de riego	gravedad	60 cada tercer día	El canal de riego estaba en construcción. Se tuvo que tomar agua de un ojo de agua a 350 metros de distancia y del arroyo los Coparches a 200 metros, por bombeo que presentaba olor y bajo oxígeno; el grupo no contaba con aireadores
8	Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	Pozo artesano	bombeo	80 cada tercer día	bajo oxígeno, y tienen sistema de aireación
9	"Producción Pesquera Ríos de Agua Viva"	Río Santiago	bombeo	60 cada tercer día	Toma de agua retirada no bombean lo suficiente, no cuentan con instalación eléctrica
10	"Oasis del Pescador"	Arroyo	gravedad	constante	ninguna
11	Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	Arroyo	Bombeo y gravedad	60 cada tercer día	no hacen recambio por gasto del bombeo
12	Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	Canal de riego	gravedad	80 cada tercer día	Información no disponible
13	Grupo de Trabajo "Pochotitan"	Aguas termales	gravedad	Información no disponible	Información no disponible
14	Grupo de Trabajo "Pantanal"	Pozo profundo CNA	bombeo	Información no disponible	Información no disponible

Encontramos que alrededor del 63% de los proyectos no pudieron aplicar el protocolo para el recambio de agua y por lo tanto no pudieron producir al 100% de sus capacidad instalada de estos sistemas (Fig. 24).

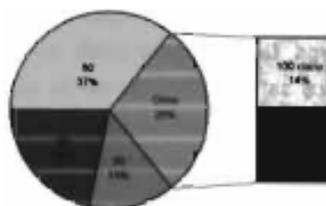


Figura 24. Porcentaje de recambio de agua de los tanques circulares.

La fuente de abastecimiento de agua fue de diferentes tipos, los cuales se muestran en la figura 25. Teniendo limitaciones para el consumo de agua, el arroyo, los pozos y los canales de riego

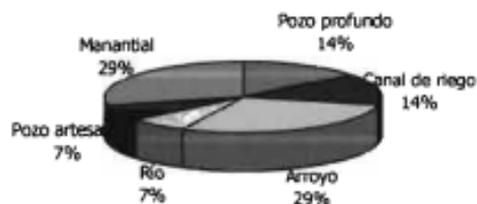


Figura 25. Tipo de abastecimiento de agua de los tanques circulares

Alrededor del 50% de los proyectos tuvieron la ventaja de suministrar el agua por gravedad (Fig. 26), lo que fue conveniente para disminuir los costos de producción.



Figura 26. Mecanismo de abastecimiento de agua de los tanques circulares

5.- Actividades técnicas durante el cultivo

5.1. Calidad del agua del cultivo en tanques circulares.

La toma de parámetros físico-químicos del agua se debe de realizar adecuadamente ya que es un indicador de las condiciones externas y del cuerpo de agua que se esta trabajando. Este se realizó con la ayuda de instrumentos y equipo de medición de parámetros físico-químicos digitales.

Los grupos no cuentan con los equipos e instrumentos para llevar un control de la calidad de agua; así que en coordinación con la dirección de pesca del Estado, se realizaron monitoreos a cada uno de los proyectos.

a) Parámetros físico-químicos óptimos

Para el estudio se considero de acuerdo a Arredondo y Ponce-Palafox (1998) considerar el siguiente criterio para determinar las condiciones de Iso parámetros físico-químicos del agua de los estanques.

Temperatura: este parámetro se debe de encontrar entre los 20 y 32 °C. Cuidar que la temperatura no disminuya, ya que esto provocaría que la actividad metabólica de los peces decaiga.

pH: permite el rango de 5 a 9, siendo el ideal 7.5; Valores fuera del rango ocasiona aletargamiento, disminución en la reproducción y el crecimiento. Los valores de pH del agua favorecen directamente en la productividad natural del cuerpo de agua. Mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural del cuerpo de agua. Encontramos que este parámetro puede ser crítico en estos sistemas cuando no se manejan bien por exceso de fitoplancton.

Oxígeno disuelto: recomendado mayor a 4 ppm. Existe una estrecha relación entre la concentración de oxígeno y la temperatura. En las noches los niveles de oxígeno pueden bajar a menos de 2 mg/lit, razón por la cual los peces reducen el metabolismo. Este parámetro debe ser cuantificado constantemente (dos veces al día) para determinar la densidad de siembra previniendo así el recambio de agua necesario o la aireación suplementaria. La tilapia puede vivir en condiciones ambientales adversas debido a que soportan bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno. Así mismo, la tilapia tiene la

facultad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio es baja (inferior a 3 mg/lit). Finalmente cuando la concentración de oxígeno disminuye aún más, su metabolismo se vuelve anaeróbico.

Salinidad: estos organismos son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecedente marino; por lo tanto conservan en mayor grado la capacidad de adaptarse a vivir en aguas saladas (eurihalinas).

Altitud: es un factor limitante de distribución de la tilapia, debido a que la isoterma de los 20 °C constituye el límite de su distribución. En función de la latitud y de las características climáticas, en México este límite se establece entre los 850 y los 2,000 metros sobre el nivel del mar.

Se planearon monitoreos de agua cada mes, pero debido a problemas técnicos, no se llevaron a cabo como se tenía planeado, se presentan los datos y graficas de los resultados obtenidos.

b) Comportamiento de la temperatura

En la figura 27 se observa el comportamiento de la temperatura ambiente presentando una temperatura máxima de 34 °C en "La corriente de San Pedro en el mes de Abril y una mínima de 18 °C en "Acuamarjos" en el mes de enero. Se obtuvo una media de 26 °C, Mediana de 28.4 °C; Moda de 31.5°C y una desviación estándar de 5.3 °C en todos los proyectos.

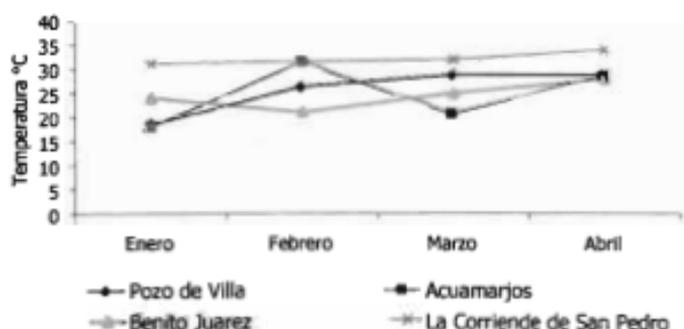


Figura 27. Comportamiento de la temperatura ambiente de los sitios de los proyectos de tanques circulares, durante el periodo del cultivo.

La temperatura del agua de superficie presentó una temperatura máxima de 29.1 °C en "La corriente de San Pedro en el mes de abril y una mínima de 23.3 °C en "Pozo de Villa en el mes de enero. Se obtuvo una media de 26.4 °C; mediana 26.3 °C; Moda de 24.5°C y una desviación estándar de 1.6 °C (figura 28)

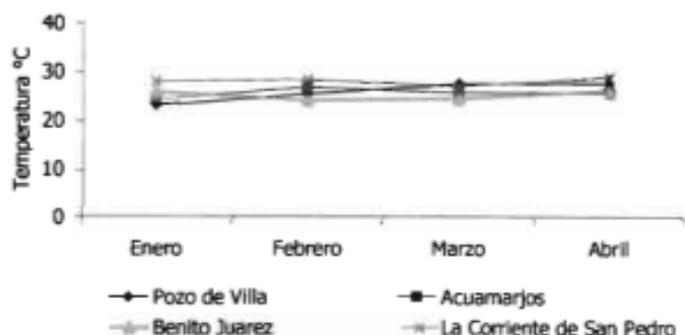


Figura 28. Comportamiento de la temperatura del agua de los estanques circulares.

Se encontró que los estanques circulares tienen una función térmica interesante ya que en el caso de la temperatura mínima se registraron 4.7°C más en los estanques lo que muestra la capacidad térmica de los estanques y por la temperatura máxima presentaron 4.9 °C menos que la del ambiente, lo que marca factor regulador térmico adecuado para minimizar los efectos de las temperaturas extremas al agua de los estanques circulares.

Se encontró que la relación que guarda la temperatura ambiente con la temperatura de los estanques fue exponencial la cual se muestra en la figura 29.

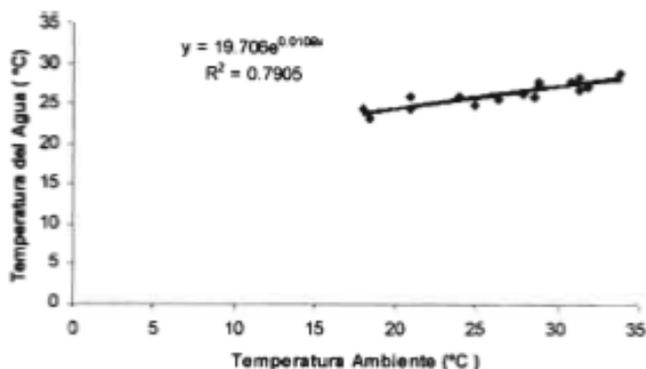


Figura 29. Relación temperatura del agua con temperatura ambiente de los sitios de los proyectos de tanques circulares

La temperatura del agua presentó una relación logarítmica inversa con la altitud. En la figura 30 se muestra la curva y la ecuación generada.

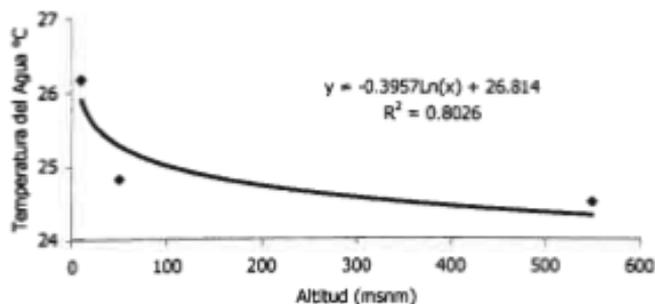


Figura 30. Relación altitud (msnm) con temperatura del agua (°C)

c) Comportamiento del pH

En la figura 31 se presentó el comportamiento del pH, registrando un pH máximo de 8.5 en "Pozo de Villa en el mes de marzo y una mínimo de 6.1 en "La Corriente de San Pedro" en el mes de marzo. Se obtuvo una media de 7.3; mediana 7.2; Moda de 7 y una desviación estándar de 0.8

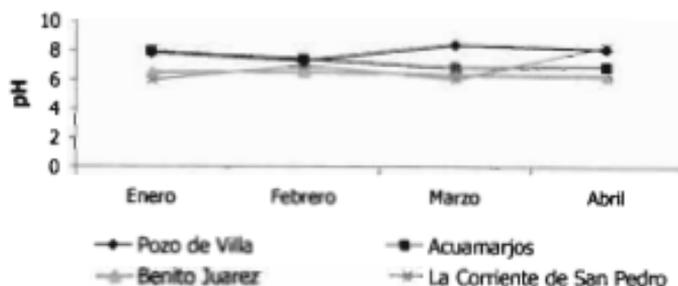


Figura 31. Comportamiento del pH del agua de los tanques circulares.

d) Comportamiento del oxígeno

En lo que respecta al oxígeno todos los grupos presentaron bajo oxígeno debido a diversos problemas que van desde la calidad de agua de la toma, el mal manejo de los estanques por no limpiar las paredes y el fondo, falta de recambio de agua y, el manejo del programa de alimentación al no respetar las raciones y horarios de alimentación.

En la figura 32 se observa el comportamiento del oxígeno de superficie presentando una concentración máxima de 10.1 mg/lit en "La corriente de San Pedro" en el mes de Abril; una concentración mínima de 2 mg/lit en "Pozo de Villa" en el mes de marzo. Se presentó una media de 3.9 mg/lit ; mediana de 4.4 mg/lit; Moda de 3.1 mg/lit y una desviación estándar de 2.2 mg/lit

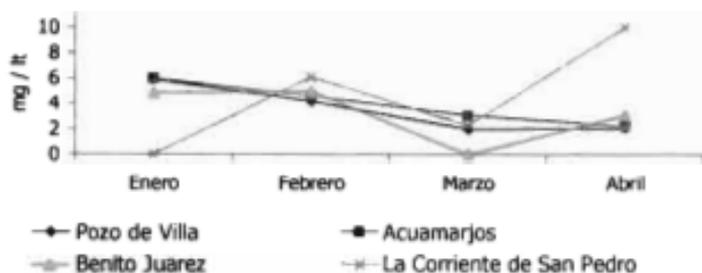


Figura 32. Comportamiento del oxígeno del agua de superficie de los tanques circulares.

En la figura 33 se presenta el comportamiento del oxígeno de fondo, presentando una concentración máxima de 5.5 mg/lit en "La corriente de San Pedro" en el mes de enero y un mínimo de 0.2 mg/lit en la misma localidad en el mes de marzo. Se obtuvo una media de 1.9 mg/lit; mediana 2.3 y una desviación estándar de 1.8

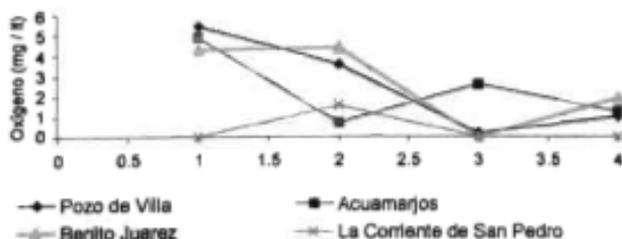


Figura 33. Comportamiento del oxígeno del agua de fondo de los tanques circulares.

5.2 Siembra, Densidades y Crecimiento de la Tilapia en tanques circulares.

a) Siembra

* Transporte de las crías

El transporte de los organismos para este proyecto se hizo en un vehículo doble rodada de redilas que permitió formar camas, en su plataforma sobre aserrín y hielo para mantener una temperatura de entre 18°C y 22°C durante el tiempo que duró el viaje (8 horas aproximadamente).

Las crías se colocaron dentro de bolsas de plástico y agua adicionada con un antiestresante (Pergamanato de Potasio) de marca comercial y oxígeno; el cual es inyectado antes de cerrarla herméticamente.



Figura 34. Transporte de crías (camas).

* Aclimatación

Las bolsas cerradas se colocaron en el estanque para igualar temperaturas, para posteriormente liberar las crías en el estanque (Fig. 35).



Aclimatación Grupo de trabajo "Pochotitán"



Aclimatación en S. P. R. Oasis del pescador

Figura 35. Aclimatación de las crías en los tanques circulares.

* Siembra

Se sembraron un total de 165,000 crías de tilapia de la especie *Oreochromis niloticus* variedad *styriling* hormonada, a una densidad promedio de 63 organismos/m³. Las siembras fueron en algunos casos durante el día y otras en la noche. Esto dependió del lugar y hora de llegada de las crías desde Colima. Para esto se realizaron cuatro viajes, a continuación se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Número de crías sembradas y la fecha para cada localidad.

No.	Nombre del grupo	No. Crías	Fecha	Estanques utilizados
1	Grupo de trabajo "Acatita"	10,000	20 Mayo de 2005	2
2	Grupo de trabajo "San Andrés Milpillas"	10,000	20 Mayo de 2005	2
3	Grupo de trabajo "Caramota"	10,000	20 Mayo de 2005	2
4	La Corriente de San Pedro	10,000	28 enero de 2005	2
5	La Pequeña	ND	No disponible	ND
6	Grupo de trabajo "Santa María del Oro"	10,000	8 Abril de 2005	2
7	"Acuamarjos" S. C. de R. L.	10,000	28 enero de 2005	2
8	Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	10,000	28 enero de 2005	2
9	"Producción Pesquera Rios de Agua Viva"	10,000	27 Abril de 2005	
10	"Oasis del Pescador"	10,000	28 enero de 2005	2
11	Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	10,000	27 de Abril de 2005	2
12	Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	10,000	8 Abril de 2005	2
13	Grupo de Trabajo "Pochotitan"	45,000	5 Noviembre de 2004	2
14	Grupo de Trabajo "Pantanal"	10,000	27 Abril de 2005	2

En la figura 36 se observa la distribución de las siembras, iniciando desde el mes de noviembre del 2004, y realizando la mayor en el mes de Abril con un 38%.

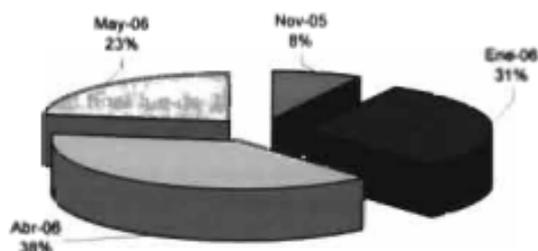
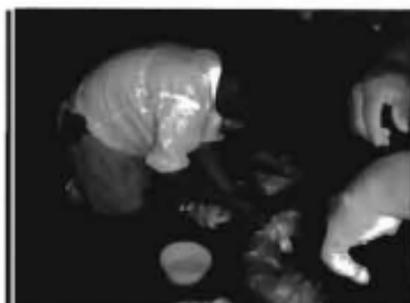


Figura 36. Distribución de los meses de siembra de las crías de tilapia en los estanques circulares en el Estado de Nayarit.

Se sembraron 5,000 crías por tanque (Fig. 37), a continuación se muestran imágenes de la siembra realizada en la localidad de Benito Juárez, con la S. P. R. "Oasis del Pescador"



Siembra S. P. R. Oasis del pescador



Siembra S. P. R. Oasis del pescador

Figura 37. Siembra nocturna de crías de tilapia en tanques circulares.

En términos generales para el caso específico de estos proyectos se realizaron la siembra de 10,000 crías de tilapia de 0.5 gramos; la cual correspondió a 5,000 organismos por estanque.

b) Densidades

* Densidad de siembra

Las densidades de siembra y finales se presentan en la tabla 8. La densidad de siembra fue de 63 organismos/m³ y en los grupos donde se realizó el desdoble la densidad final fue de 38 organismos/m³,

Tabla 8. Densidades utilizadas para los tanques circulares por etapa

No.	Nombre del grupo	No. Crías	densidad de siembra	densidad final
1	Grupo de trabajo "Acatita"	10.000	63 org / m ³	38 org / m ³
2	Grupo de trabajo "San Andrés Milpillas"	10.000	63 org / m ³	38 org / m ³
3	Grupo de trabajo "Caramota"	10.000	63 org / m ³	38 org / m ³
4	La Corriente de San Pedro	10.000	63 org / m ³	38 org / m ³
5	La Pequeña	ND	ND	ND
6	Grupo de trabajo "Santa María del Oro"	10.000	63 org / m ³	63 org / m ³
7	"Acuamarjos" S. C. de R. L.	10.000	63 org / m ³	38 org / m ³
8	Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	10.000	63 org / m ³	38 org / m ³
9	"Producción Pesquera Rios de Agua Viva"	10.000	63 org / m ³	38 org / m ³
10	"Oasis del Pescador"	15.000	63 org / m ³	38 org / m ³
11	Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	10.000	63 org / m ³	38 org / m ³
12	Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	10.000	63 org / m ³	63 org / m ³
13	Grupo de Trabajo "Pochotitan"	45.000	63 org / m ³	38 org / m ³
14	Grupo de Trabajo "Pantanal"	10.000	63 org / m ³	63 org / m ³

El desdoble de las crías, es de gran importancia debido a que esto provoca el crecimiento acelerado de las crías por tener un mayor espacio para su desarrollo, al realizar la biometrías se debe observar el crecimiento en peso y talla de los organismos para determinar el tiempo adecuado para llevar a acabo el desdoble. El desdoble no deberá realizarse en días nublados o con

bajas de oxígeno, ya que esto provocaría mayor estrés en la población de peces. Y deberá hacerse lo más rápido posible con la finalidad de no estresar demasiado a los peces.

* **Desdoble**

El desdoble se realiza cuando los organismos presentan un peso aproximado de 100 a 180 gramos.

Se debe tener preparado un estanque y también se debe contar con un chinchorro de malla de $\frac{1}{2}$ " ; una atarraya de $\frac{1}{2}$ " ; también se puede utilizar la red cuchara o huitol de malla de $\frac{1}{2}$ " o 1" para la captura de los organismos.

Como primer paso se debe bajar el nivel del agua. Posteriormente con el chinchorro se acorralan los organismos en una zona del estanque y con la atarraya o con el huitol se capturan los organismos para separar por tamaños dejando en un estanque los pequeños y en el otro los de mayor talla es importante observar en las biometrías, el crecimiento de los peces en los estanques procurando uniformizar tallas en los estanques.

c) Crecimiento de la tilapia.

* **Biometría de peces.**

Las biometrías se realizaron con la finalidad de conocer el crecimiento de los peces; determinar la cantidad de alimento a suministrar; estado de salud de los peces; monitorear la calidad del alimento balanceado; etcétera; la biometría no se realizó en días nublados o con baja concentración de oxígeno en el estanque. Para lo que se seleccionaron peces al azar con la finalidad de analizar el 2% mínimo de la población total. Para determinar la población total se tomaron varias muestras del estanque con la atarraya de área conocida y se cuentan los organismos para determinar el promedio de organismos por muestra.

Cada muestra extraída se pesó (gramos), midió (centímetros) y se determinó el número de organismos. Una vez conocidas estas tres variables se relacionó el peso con la cantidad de organismos por muestra, eliminando el dato mayor y el menor. Para obtener el peso promedio por organismo de la muestra se divide el peso total de la muestra entre el número de organismos analizados. Una vez estimado el peso promedio por organismo

y la población total se multiplican estas dos variables para obtener la Biomasa Total, con la que se obtuvo la cantidad de alimento a suministrar multiplicando la biomasa por el FCA y el porcentaje de alimentación.

En la figura 38 se presenta el crecimiento promedio obtenido en los diferentes proyectos en el cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit durante seis meses de cultivo.

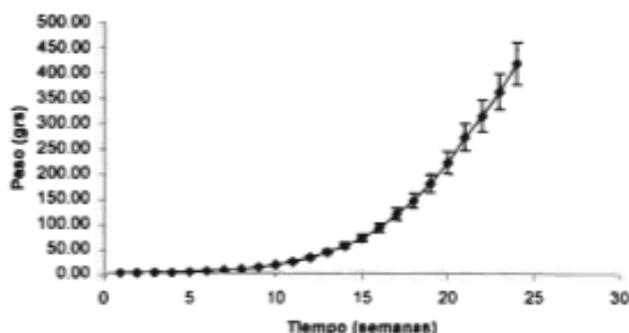


Figura 38. Crecimiento en peso de la tilapia *Oreochromis niloticus* variedad Stirling en tanques circulares en el estado de Nayarit.

5.3 Programa de alimentación

La alimentación es clave para el éxito del cultivo, en este punto se tiene que ser muy cuidadoso, desde el cuidado del alimento al almacenarlo, supervisar el tipo de alimento que se está suministrando así como del control sobre las raciones de alimento diarias. La bitácora de alimentación se programa en cuanto a la talla y el peso del organismo. La alimentación propuesta para estos sistemas es directamente proporcional a la densidad de organismos así como su talla suministrándose un porcentaje de la biomasa el cual disminuye a medida que se incrementa la talla iniciando con el 8% de la biomasa y concluyendo con el 1 o 2 % al final de la cosecha (Tabla 9).

Tabla 9. Tabla de alimentación propuesta para la tilapia en tanques circulares.

SEMANA	POB PECE	% MORT	PESO GR	BIOMASA KG	%ALIM	F. C. A.	ALIM. 7 DIAS KG	GANAN. BIOM. KG.
1	10.010	4	0,5	5,005	0,08	1	2,8028	2,8028
2	9.610	3,5	0,79	7,6076	0,08	1	4,3	4,26
3	9.273	3	1,25	11,60	0,08	1	6,5	6,50
4	8.995	2	1,97	17,75	0,08	1	9,9	9,94
5	8.815	1	3,10	27,34	0,06	1	11,5	11,48
6	8.727	0,97	4,42	38,54	0,06	1	16,2	16,19
7	8.642	0,94	6,29	54,36	0,06	1	22,8	22,83
8	8.561	0,91	8,96	76,68	0,06	1	32,2	32,20
9	8.483	0,88	12,75	108,18	0,05	1	37,9	37,86
10	8.409	0,85	17,26	145,10	0,05	1	50,8	50,78
11	8.337	0,82	23,35	194,65	0,05	1	68,1	68,13
12	8.269	0,79	31,59	261,18	0,05	1	91,4	91,41
13	8.203	0,76	42,73	350,52	0,04	1	98,1	98,15
14	8.141	0,73	54,78	446,01	0,04	1	124,9	124,88
15	8.082	0,7	70,24	567,63	0,04	1	158,9	158,94
16	8.025	0,67	90,04	722,60	0,04	1,1	222,6	222,56
17	7.971	0,64	117,96	940,31	0,03	1,1	217,2	217,21
18	7.920	0,61	145,39	1151,51	0,03	1,1	266,0	266,00
19	7.872	0,58	179,18	1410,48	0,03	1,1	325,8	325,82
20	7.826	0,55	220,81	1728,12	0,03	1,1	399,2	399,20
21	7.783	0,52	272,10	2117,81	0,02	1,1	326,1	326,14
22	7.743	0,49	314,22	2432,95	0,02	1,1	374,7	374,67
23	7.705	0,46	362,85	2795,70	0,02	1,1	430,5	430,54
24	7.669	0,43	418,99	3213,38	0,015	1,1	371,1	371,14

a) Tipo de alimento

El alimento suministrado en el cultivo fue marca As, en 5 presentaciones

1.- pulverizada (tipo harina) conteniendo 50% de proteína y se suministró hasta que las crías del estanque llegaron a un peso aproximado de los 6 gramos, en tiempo promedio es de 6 semanas.

El alimento se suministro cinco raciones por día procurando expandirlo por todo el estanque, o en los lugares donde se observe mayor presencia de organismos.

2.- 45% de proteína tipo 1.5" flotante se suministro alrededor de 3 semanas,

3.- 35% de proteína, tipo flotante 3/32" se suministro alrededor de 5 semanas.

El alimento de 45% y 35% se suministró hasta que los peces del estanque llegaron a un peso aproximado de los 90 gramos, en un tiempo promedio de 8 semanas (semana 14 del cultivo). El alimento se suministra en tres raciones por día (al amanecer, mediodía y al atardecer).

4.- Peletizado conteniendo 30% de proteína tipo flotante 1/8" que se suministró 10 semanas del cultivo; hasta que los peces del estanque llegaron a un peso aproximado de los 220 gramos, en tiempo promedio es de 10 semanas (hasta la semana 24 del cultivo). El alimento se suministró en tres raciones por día (al amanecer, mediodía y al atardecer).

5.- Peletizado con un contenido de 30% de proteína tipo flotante 3/16", que se suministrará por 4 semanas; se suministró hasta que los organismos alcanzaron los 400 gramos promedio, en tiempo aproximado de 4 semanas (hasta la semana 28 del cultivo). El alimento se suministró en tres raciones por día (al amanecer, mediodía y al atardecer).

b) Proceso de Alimentación

En la tabla 10 se muestra el programa de alimentación, el cual se respetó en un 60% ya que en la mayoría de los grupos no aplicaron el horario y raciones establecidas.

Tabla 10. Programa de alimentación propuesto para la tilapia en tanques circulares.

Alimento	Tiempo (semanas)	Total (kg)	semana total (kg)	Día por estanque (kg)	ración por estanque (kg)	No. De raciones /día
50 % proteína tipo harina	6	300	50	3,6	0,7	5
45 % proteína tipo 1.5"	3	150	50	3,6	0,9	3
35 % proteína tipo 3/32"	5	650	130	9,3	2,3	3
30 % proteína tipo 1/8"	10	2400	240	17,1	4,3	3
30 % proteína tipo 3/16"	4	2150	537,5	38,4	9,6	3

c) Almacenamiento

Se recomendó que se almacenara en un cuarto especial para el almacenamiento del alimento, debiendo ser un lugar fresco, con sombra y seco con ventilación y libre de animales roedores (ratas) e insectos (cucarachas, grillos, hormigas, etc.), que puedan causar contaminación. Para el almacenamiento se deben de utilizar tarimas para permitir la ventilación entre los sacos de alimento, y evitar así la humedad.

d) Factor de conversión alimenticia

El factor de conversión alimenticia (FCA) es una medida de la eficiencia nutricional, en producción de peces con alimento balanceado, es decir los gramos de alimento necesario para producir un gramo de carne en el pez; y está influenciada por varios factores, que incluyen la calidad y cantidad de alimento, la especie de cultivo, el tamaño del pez y la calidad de agua (principalmente temperatura y oxígeno disuelto). Es importante conocer el FCA para junto con el porcentaje de alimentación determinar la cantidad de alimento a suministrar por estanque para un manejo eficiente del alimento.

e) Problemática

El principal problema fue el manejo del programa de alimentación, ya que la mayoría de los grupos no respetaron los horarios y raciones establecidas, suministrando alimento de más y no limpiaron el excedente de alimento, provocando problemas en la calidad de agua; así como alimentar en días nublados. Cabe mencionar los grupos como "Oasis del pescador"; Grupo de trabajo "Caramota" y grupo de trabajo "5 de Mayo" fueron los que mejor manejaron el programa de alimentación, reflejándose en la producción obtenida.

5.4 Enfermedades y tratamientos

Se presentaron enfermedades en la piel de los organismos, la cual fue tratada con oxitetraciclina a razón de 4 gramos por kilogramo de alimento, y con cloruro de sodio a razón de 10 a 12 kilogramos por estanque de 80 metros cúbicos.

Cabe mencionar que no se realizaron análisis para determinar el tipo de enfermedad; ni se presentaron mortalidades provocadas por la presencia de dicho padecimiento, lográndose controlar con los tratamientos antes mencionados.

5.5 Limpieza de tanques

La limpieza de los tanques es un aspecto clave para el buen funcionamiento del cultivo ya que de esto depende en gran parte la calidad de agua del estanque; se debe bajar el nivel del agua a un 30% y hacer un movimiento circulatorio con la finalidad de que los sedimentos se concentren en el centro del estanque para su desecho, a su vez se deben tallar las paredes del estanque y el piso para ayudar a desprender la mayor cantidad de materia orgánica adherida. Este procedimiento se debe hacer rápido y una vez cada tercer día o cada semana, dependiendo de la calidad de agua del estanque. Una vez realizada la cosecha, se inicia la limpieza de los estanques que implica dejar totalmente libre de residuos de alimento u otros contaminantes. Ya limpios se llenan a la mitad de agua, y con un cepillo se tallan esta limpieza no debe ser muy agresivo para evitar daños al estanque por ningún motivo debemos aplicar detergente o químico alguno ya que perjudicaría el material del estanque y a los organismos al momento de volver a sembrar cría. Solo se deben dejar a la exposición del sol de 3 a 5 horas, para desinfectarlos.

5.6 Cosecha

Para realizar esta actividad se necesita antes que nada programar la cantidad y el destino de la producción. Tomando en cuenta que para eviscerar y filetear se lleva en promedio de 30 kilogramos por persona al día. En este proyecto se utilizaron 2 precosechas por estanque. Después de decidir la cantidad de organismos, disminuye el nivel del agua del estanque y se fue sacando con la ayuda de una cuchara o en su caso de una pala. Estas se colocaron en taras de plástico que nos apoyan en lo práctico y limpio del manejo del organismo. Para esto se debe tener preparado el sitio fresco y con sombra donde se llevará a cabo el proceso, considerando una

mesa de trabajo, cuchillos para filetear. Lo obtenido de lo procesado se debe colocar en hieleras.

Los resultados obtenidos con respecto a la cosecha en los proyectos de tanques circulares durante un periodo de cultivo de 9 a 14 meses, estuvieron en un intervalo de peso de 200-500 gramos y una producción máxima de 3 toneladas en "Caramota" (Tabla 11). Para el caso de "La corriente de San Pedro" no se cosecho ya que debido a la falta de interés del grupo, se levanto acta de abandono de proyecto y se pasaron las crías al cultivo de tilapia en jaulas en la comunidad de San Lorenzo. En el caso de "Acumarjos" no cosecho debido a que se presento robo de la producción, debido a que no tenían personal encargado de vigilar el cultivo y la falta de interés por parte del grupo.

Tabla 11. Producción y peso medio de cosecha de la tilapia en tanques circulares.

No.	Nombre del grupo	No. Crías	No. De Tanques	Tiempo de cultivo (mes)	Producción (toneladas)	Rango de peso (gr)
1	Grupo de trabajo "Acatita"	10.000	3 (240m ³)	ND	ND	ND
2	Grupo de trabajo "San Andrés Milpillas"	10.000	3 (240m ³)	ND	ND	ND
3	Grupo de trabajo "Caramota"	10.000	3 (240m ³)	9	3	250-350
4	La Corriente de San Pedro	10.000	3 (240m ³)	0	0	0
5	La Pequeña			0	0	0
6	Grupo de trabajo "Santa María del Oro"	10.000	2 (160m ³)	11	0,5	200
7	"Acumarjos" S. C. de R. L.	10.000	3 (240m ³)	0	0	0
8	Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	10.000	3 (240m ³)	14	0,5	200-400
9	"Producción Pesquera Ríos de Agua Viva"	10.000	3 (240m ³)	12	1,5	250-300
10	"Oasis del Pescador"	15.000	3 (240m ³)	10	3,5	300-500
11	Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	10.000	3 (240m ³)	13	0,5	250-300

Cont. Tabla 11. Producción y peso medio de cosecha de la tilapia en tanques circulares.

No.	Nombre del grupo	No. Crías	No. De Tanques	Tiempo de cultivo (meses)	Producción (toneladas)	Rango de peso (gr)
12	Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	10.000	2 (160m ³)	11	2	300-400
13	Grupo de Trabajo "Pochotitan"	45.000	6 (894m ³)	ND	ND	ND
14	Grupo de Trabajo "Pantanal"	10.000	3 (240m ³)	10	1,5	300-400

El mayor tiempo de cultivo se llevo a cabo en el grupo "Pozo de Villa" con 14 meses, y "Caramota" el de menor tiempo de cultivo con 9 meses.

La razón por la que la duración del cultivo se extendió, tomando en cuenta que el alimento fue subsidiado por Gobierno del Estado, fue la del precio de venta, ya que se esperaron las fechas de semana santa para ofrecer el producto a mejor precio. (Figura 39).

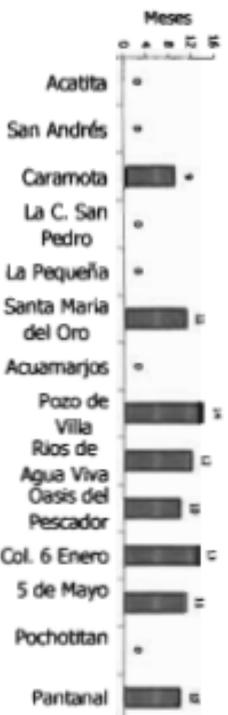


Figura 39. Duración del cultivo de tilapia en tanques circulares.

a) Pos-cosecha

El correcto manejo de los productos después de su cosecha será necesario para que no se descomponga inmediatamente.

Es decir, el pescado después de salir del agua, debe:

- ✓ Después de su cosecha o captura el producto no debe exponerse al sol
- ✓ El producto no debe golpearse, ni dañarse

- ✓ El pescado debe ponerse en hielo inmediatamente después de capturarlo o mantenerlo a temperaturas bajas.
- ✓ Colocarlos en cajas de plástico, colocando una capa de hielo y una pescado terminando en una capa de hielo.
- ✓ Se debe evitar manipular el producto
- ✓ Se debe utilizar agua potable

El eviscerado, fileteado y otras operaciones deben realizarse con limpieza y de manera higiénica. Es necesario procurar que durante la manipulación y almacenamiento del pescado, éste se encuentre protegido contra contaminación química y/o microbiológica o del contacto con animales, aves y/o insectos. Es de gran importancia cuidar el buen manejo de los productos inmediatamente después su cosecha, ya que si esto no se cuida podemos ocasionar la proliferación de los microorganismos, esto es, que el pescado se empieza a descomponer rápidamente comparado con aquellos que no tuvieron un mal trato.

6.- Aspectos Económicos.

6.1 Comercialización

En la tabla 12 se muestra la presentación del producto la cual fue eviscerada para todos los grupos y el destino como planeo ser un proyecto para la mejora alimenticia de las familias involucradas y de las localidades aledañas al cultivo. Destacando el grupo de trabajo "5 de Mayo" quienes vendieron su producto a una empresa ubicada en Manzanillo Colima a un mejor precio de venta. El grupo "Oasis del Pescador" quienes establecieron su empresa familiar dándole valor agregado al producto preparándolo dorada y la venden por platillo.

Tabla 12. Aspectos de comercialización de la producción de la tilapia cosechada en tanques circulares.

No.	Nombre del grupo	Producción (toneladas)	Presentación	Destino	Precio venta MN.
1	Grupo de trabajo "Acatita"	ND	ND	ND	ND
2	Grupo de trabajo "San Andrés Milpillás"	ND	ND	ND	ND

Cont. Tabla 12. Aspectos de comercialización de la producción de la tilapia cosechada en tanques circulares.

No.	Nombre del grupo	Producción (toneladas)	Presentación	Destino	Precio venta /MN.
3	Grupo de trabajo "Caramota"	3	eviscerado	Autoconsumo y Mercado local	20
4	La Corriente de San Pedro	0	////	////	0
5	La Pequeña	ND	ND	ND	ND
6	Grupo de trabajo "Santa Maria del Oro"	0,5	Eviscerado	Autoconsumo y Mercado local	25
7	"Acuamarjos" S. C. de R. L.	0	///	////	
8	Grupo de Trabajo "Pozo de Villa"	0,5	eviscerado	Autoconsumo y Mercado local	20
9	"Producción Pesquera Rios de Agua Viva"	1,5	eviscerado	Autoconsumo y Mercado local	17 y 25
11	Grupo de Trabajo "Colonia 6 de Enero"	0,5	eviscerado	Autoconsumo y mercado local	25
12	Grupo de Trabajo "Ejido 5 de Mayo"	2	eviscerado	Manzanillo Colima y local	30
13	Grupo de Trabajo "Pochotitan"	ND	ND	ND	ND
14	Grupo de Trabajo "Pantanal"	1,5	eviscerado	Autoconsumo y mercado local	20

6.2 Producción y Rendimiento.

El escenario que se planteo fue la producción de 16.67 kilogramos por metros cúbico de agua, es decir; 1,333 kilogramos por estanque de 80 metros cúbicos, en la figura 40 se observan las producciones (kilogramos por metros cúbico de agua) obtenidas. Encontramos que la mínima se registro en Colonia 6 de Enero y Pozo de Villa (2.1 kg/m³) y la máxima en Oasis del Pescador (14.6 kg/m³).

Produccion

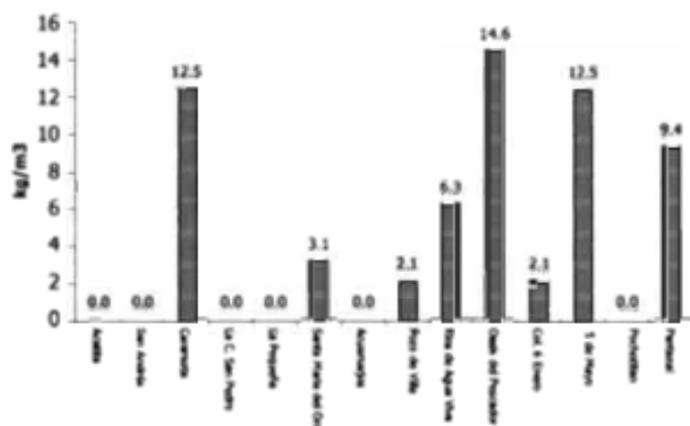


Figura 40. Producción de tilapia por metro cúbico en tanques circulares en el estado de Nayarit.

Para analizar el rendimiento de las unidades de producción, es importante considerar que en el sistema de cultivo se llevaron a cabo producciones a escala de autoconsumo para iniciar principalmente una nueva alternativa de trabajo en la población. En la figura 41 se presenta el rendimiento por unidad de producción. El "Oasis del pescador" presentó el mejor rendimiento de 1.5 kilogramos por metro cúbico de agua por mes de cultivo ($\text{kg}/\text{m}^3/\text{mes}$); seguido del grupo de trabajo "Caramota" que presentó un rendimiento de 1.4 kilogramos por metro cúbico de agua por mes de cultivo. El rendimiento de producción en estos sistemas es alto, pero se requiere de buena calidad de agua así como de un buen manejo de los estanques en relación a la limpieza, alimentación y recambio de agua.

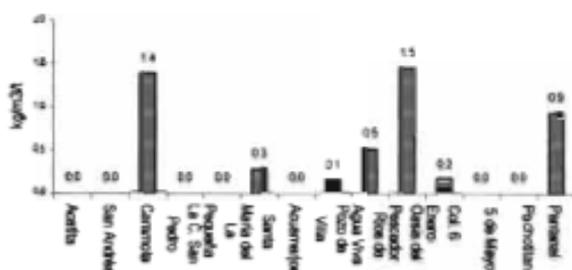


Figura 41. Rendimiento de la producción de tilapia en tanques circulares en el estado de Nayarit.

6.3 Estado de Resultados.

a) Análisis de Inversiones

Los estados financieros permiten una opinión sobre los resultados en un ejercicio económico de una empresa donde reflejan sus activos, pasivos y su utilidad antes y después del impuesto sobre la renta, nos indica su flujo de caja su capacidad de endeudamiento y también nos permite saber si el capital de la empresa acuícola se encuentra pagado o se encuentra en aportaciones de los socios. Es importante para la toma de decisiones financieras para acceder a créditos en el sector financiero.

b) Análisis Financiero

El análisis financiero contempla los siguientes pasos:

- Presupuesto y programas de inversión y fuentes de financiamiento
 - a) Presupuesto de inversión
 - b) Programas de inversión
 - c) Fuentes de financiamiento
- Proyección financiera (refaccionario y avío)
 - a) Costos de producción proyectada por ciclo.
 - b) Costos producción anual.
 - c) Flujo de efectivo mensual y determinación de capital de trabajo.
 - d) Pago de créditos y otros compromisos (capital e interés).
 - e) Capacidad de pago.

- Situación financiera actual y proyectada
 - Análisis de rentabilidad (a precios y valores constantes).
 - Relación Utilidad costo.
 - Flujo neto de caja.
 - VAN.
 - TIR.
- Análisis de sensibilidad

Se presenta para el caso de un proyecto de 4 estanques circulares todo el análisis financiero y finalmente se comparan los indicadores más importantes como la relación beneficio-costo, valor presente neto y tasa interna de retorno en proyectos de 4, 8, 12, 16, 20 y 24 tanques circulares.

Para el caso del proyecto de 4 tanques circulares con los costos e ingresos para el estado de Nayarit en términos generales; No obstante estos cambian en proyectos específicos de acuerdo a las condiciones del lugar o estrategias generadas por los productores para la comercialización.

A continuación se muestra el análisis financiero para la producción de tilapia *O. niloticus* en 4 tanques circulares en el estado de Nayarit.

A. Programa de Producción Anuales.

Año	Porcentaje de operación	Kg. producidos
0	0	0,00
1	90	23.040,00
2	100	25.600,00
3	100	25.600,00
4	100	25.600,00
5	100	25.600,00
6	100	25.600,00
7	100	25.600,00
8	100	25.600,00
9	100	25.600,00
10	100	25.600,00

B. Ingresos por ventas.

Año	Kg (2 ciclos)	Precio m.n.	Total de ingresos
0	0	\$0,00	\$0,00
1	23.040	\$14,00	\$322.560,00
2	25.600	\$14,00	\$358.400,00
3	25.600	\$14,00	\$358.400,00
4	25.600	\$14,00	\$358.400,00
5	25.600	\$14,00	\$358.400,00
6	25.600	\$14,00	\$358.400,00
7	25.600	\$14,00	\$358.400,00
8	25.600	\$14,00	\$358.400,00
9	25.600	\$14,00	\$358.400,00
10	25.600	\$14,00	\$358.400,00
TOTAL	253.440		\$3.548.160,00

C. INVERSIONES INICIAL TOTAL

INVERSION FIJA		PORCENTAJE
Construcción infraestructura	\$100.000,00	17,53%
Equipos de producción	28.000,00	4,91%
SUBTOTALES	\$128.000,00	22,44%
INVERSION DIFERIDA		
Estudios y Proyecto	25.000,00	4,38%
Constitución legal del grupo	3.500,00	0,61%
Permisos y licencias	10.000,00	1,75%
SUBTOTALES	\$38.500,00	6,75%
INVERSION EN ACTIVOS	\$166.500,00	29,19%
CAPITAL DE TRABAJO	\$403.947,00	70,81%
INVERSION TOTAL INICIAL	\$570.447,00	100,00%

D. Costos de Operación.

Concepto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Variables	95,00	\$231.197,00	\$231.197,00	\$231.197,00	\$231.197,00	\$231.197,00	\$231.197,00	\$231.197,00	\$231.197,00	\$231.197,00	\$231.197,00
Transporte	95,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00
Medicamentos	95,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00	\$1.500,00
Combustibles	95,00	\$18.197,00	\$18.197,00	\$18.197,00	\$18.197,00	\$18.197,00	\$18.197,00	\$18.197,00	\$18.197,00	\$18.197,00	\$18.197,00
Uso de agua	95,00	\$2.500,00	\$2.500,00	\$2.500,00	\$2.500,00	\$2.500,00	\$2.500,00	\$2.500,00	\$2.500,00	\$2.500,00	\$2.500,00
Alimento	95,00	\$165.000,00	\$165.000,00	\$165.000,00	\$165.000,00	\$165.000,00	\$165.000,00	\$165.000,00	\$165.000,00	\$165.000,00	\$165.000,00
Otros	95,00	\$40.000,00	\$40.000,00	\$40.000,00	\$40.000,00	\$40.000,00	\$40.000,00	\$40.000,00	\$40.000,00	\$40.000,00	\$40.000,00
Costos Fijos	95,00	\$61.750,00	\$61.750,00	\$61.750,00	\$61.750,00	\$61.750,00	\$61.750,00	\$61.750,00	\$61.750,00	\$61.750,00	\$61.750,00
Mantenimiento de tanques	95,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00
Peso de obra durante la operación	95,00	\$54.750,00	\$54.750,00	\$54.750,00	\$54.750,00	\$54.750,00	\$54.750,00	\$54.750,00	\$54.750,00	\$54.750,00	\$54.750,00
Gastos de energía	95,00	\$5.000,00	\$5.000,00	\$5.000,00	\$5.000,00	\$5.000,00	\$5.000,00	\$5.000,00	\$5.000,00	\$5.000,00	\$5.000,00
INGRESOS DE VENTAS Y SERVICIOS	95,00	\$203.847,00	\$203.847,00	\$203.847,00	\$203.847,00	\$203.847,00	\$203.847,00	\$203.847,00	\$203.847,00	\$203.847,00	\$203.847,00
TOTAL ACUMULADO	95,00	\$294.847,00	\$294.847,00	\$294.847,00	\$294.847,00	\$294.847,00	\$294.847,00	\$294.847,00	\$294.847,00	\$294.847,00	\$294.847,00
DES ANUALES PROYECTADOS	0	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71
COSTO / KG	0	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71	\$13,71

E. DESGLOSE DE LA ESTRUCTURA DE LA INVERSIÓN.**CAPITAL DE TRABAJO**

CONCEPTO	CANT.	U.M.	V.U.	IMPORTE
Mantenimiento tanques	4	Rep.	500,00	\$2.000,00
Transporte organismos	2	Pago	2.000,00	\$4.000,00
Medicamentos organismos	1	Lote	1.500,00	\$1.500,00
Combustible	3.100,00	lt	5,87	\$18.197,00
Uso de agua	1	pago	2.500,00	\$2.500,00
Mano de obra durante la operación	365	jornal	150,00	\$54.750,00
Alimento	30.000	kg.	\$6,50	\$195.000,00
Crías	80.000	pza.	0,50	\$40.000,00
Pago de energía eléctrica	6	Pago	3.500,00	\$21.000,00
Gastos de cosecha	2	pago	2.500,00	\$5.000,00
Asistencia técnica	12	pago	5.000,00	\$60.000,00
			SUBTOTAL	\$403.947,00

INVERSIÓN FIJA

CONCEPTO	CANT.	U.M.	V.U.	IMPORTE
Equipos de producción (aireadores, bomba, filtros, linner)	1	equipo	28.000,00	28.000,00
Construcción infraestructura	4	Pza.	25.000,00	\$100.000,00
			SUBTOTAL	\$128.000,00

INVERSIÓN DIFERIDA

CONCEPTO	CANT.	U.M.	V.U.	IMPORTE
Constitución legal del grupo	1	Tramite	3500	3500
Permisos (Impacto Ambiental)	1	Permiso	10000	10000
Estudio técnico-económico	1	Pago	10000	10000
Estudio de impacto ambiental	1	Pago	15000	15000
			SUBTOTAL	\$38.500,00

TOTAL**\$570.447,00****F. ESTRUCTURA DE LA INVERSIÓN.**

CAPITAL DE TRABAJO	\$403.947,00
INVERSIÓN FIJA	128.000,00
INVERSIÓN DIFERIDA	38.500,00
Totales	\$570.447,00

G. Amortización del crédito de avío.

% DE PRÉSTAMO 100% C.T./año \$ 570.447,00
 INTERESES 6%
 PERIODOS 4
 EL DE AVÍO VA SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE DOS CICLOS.

Año	Capital 100%	Intereses 6%	Amortización	Anualidad
0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
1	\$570.447,00	\$34.226,82	\$0,00	\$34.226,82
2	\$570.447,00	\$34.226,82	\$0,00	\$34.226,82
3	\$570.447,00	\$34.226,82	\$0,00	\$34.226,82
4	\$570.447,00	\$34.226,82	\$0,00	\$34.226,82
5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
6	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
7	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
8	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
9	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
10	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
TOTAL	\$2.281.788,00	\$136.907,28	\$0,00	\$136.907,28

G. Amortización del crédito.

% DE PRESTAMO 100% C.T./año \$570.447,00
 INTERESES 12%
 PERIODOS 3 el 100% lo ponen los promoventes y subsidiario
EL DE AVIÓ VA SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE DOS CICLOS.

Año	Capital 100%	Intereses 12%	Amortización	Anualidad
0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
1	\$570.447,00	\$68.453,64	\$0,00	\$68.453,64
2	\$570.447,00	\$68.453,64	\$0,00	\$68.453,64
3	\$570.447,00	\$68.453,64	\$0,00	\$68.453,64
4	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
6	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
7	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
8	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
9	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
10	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
TOTAL	\$1.711.341,00	\$205.360,92	\$0,00	\$205.360,92

H. Depreciación y Amort.

Concepto	Empleados	Años	Depreciación	Amortización	TOTAL
Costo total		10	\$10,000.00		
Costo de producción		5	\$5,000.00		
Activos Diferidos		5	\$7,700.00	\$18,400.00	
T O T A L			\$12,700.00	\$7,700.00	\$21,000.00

* Se depreció de manera uniforme durante la vida útil tomando como valor de desecho «cero»

Depreciación para el primer año.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación										
Depreciación acumulada	\$2,700.00	\$5,400.00	\$8,100.00	\$10,800.00	\$13,500.00	\$16,200.00	\$18,900.00	\$21,600.00	\$24,300.00	\$27,000.00
Amortización										
Amortización acumulada	\$7,700.00	\$15,400.00	\$23,100.00	\$30,800.00	\$38,500.00	\$46,200.00	\$53,900.00	\$61,600.00	\$69,300.00	\$77,000.00
Depreciación y Amortización	\$10,400.00	\$20,800.00	\$31,200.00	\$41,600.00	\$52,000.00	\$62,400.00	\$72,800.00	\$83,200.00	\$93,600.00	\$104,000.00

Amortizaciones y depreciaciones anual.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activo Pijo Neto										
Saldo inicial	\$100,000.00	\$98,000.00	\$96,000.00	\$94,000.00	\$92,000.00	\$90,000.00	\$88,000.00	\$86,000.00	\$84,000.00	\$82,000.00
Saldo de compra y mantenimiento	\$18,000.00	\$22,400.00	\$16,800.00	\$2,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Activo Pijo Neto	\$118,000.00	\$120,400.00	\$112,800.00	\$96,000.00	\$92,000.00	\$90,000.00	\$88,000.00	\$86,000.00	\$84,000.00	\$82,000.00

Depreciación acumulada.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activo Diferido Neto										
Saldo inicial	\$18,500.00	\$30,800.00	\$43,100.00	\$55,400.00	\$67,700.00	\$80,000.00	\$92,300.00	\$104,600.00	\$116,900.00	\$129,200.00
Depreciación acumulada	\$0.00	\$7,700.00	\$15,400.00	\$23,100.00	\$30,800.00	\$38,500.00	\$46,200.00	\$53,900.00	\$61,600.00	\$69,300.00
Activo Diferido Neto	\$18,500.00	\$23,100.00	\$27,700.00	\$32,300.00	\$36,900.00	\$41,500.00	\$46,100.00	\$50,700.00	\$55,300.00	\$59,900.00

3. Balance general PRO-F

Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Activo Circulante												
Caja y Bancos	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00
Inventarios totales	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00	64,200,000.00
Total Activo Circulante	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00	128,400,000.00
Activo Fijo												
Zona civil	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00	1,000,000.00
Surto de operación y mantenimiento	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
Total Activo Fijo	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00	101,000,000.00
Activo Diferido												
Activo Diferido - Intelectual	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
Total Activo Diferido	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
TOTAL ACTIVOS	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00
Pasivo Circulante												
Crédito Avo	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
Total Pasivo Circulante	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
Pasivo Fijo												
Crédito Subordinado	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
Total Pasivo Fijo	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
TOTAL PASIVOS	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00
Capital Contable												
Capital Social	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
Resultado del Ejercicio	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
Res. Acum. Ejer. Ant.	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00
Total Capital Contable	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00	300,000,000.00
PASIVO + CAPITAL	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00	329,400,000.00

K. Origen y aplicación de los recursos.

Concepto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Origen de los Recursos	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,18	8270,447,18	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00
Recurrentes Corrientes	86,00	827,843,18	827,843,18	827,843,18	827,843,18	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00
Unidad Fidei	86,00	827,843,18	827,843,18	827,843,18	827,843,18	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00
Transferencia y Avanzados	86,00	827,843,18	827,843,18	827,843,18	827,843,18	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00	827,843,00
Aplicaciones y Créditos	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00	8270,447,00
Capital Social Pagado	8270,447,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
Crédito Reconstrucción	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00
Crédito de Aute	86,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00
Aplicaciones de los Recursos	8270,447,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
Aplicaciones de Activa	8270,447,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
Activa Circulante	820,447,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
Activa Fija	820,000,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
Activa Diferente	820,000,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
Aplicaciones de Pasiva	86,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
Patrimonio	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
Reserva	86,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00
CUA DEDUC.	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00
IMPAYOFF (IMPACTO)	86,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00
CUA FIDEL.	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00	820,447,00

L. Origen y destino de los recursos.

Destino de los Recursos	Monto	Origen de los Recursos	Monto	
Inversión diferida	\$38.500,00	Promoventes	\$38.500,00	6,75%
Capital de trabajo *	\$403.947,00	Promoventes	\$403.947,00	70,81%
Subtotal	\$442.447,00		\$442.447,00	77,56%

*Aplica al arranque de operación

Inversión en Activos Fijos	Monto	Capital Social	Monto	%
Infraestructura, equipo y mantenimientos	\$128.000,00	Promoventes	\$128.000,00	22,44%
Subtotal	\$128.000,00		\$128.000,00	22,44%
Gran Total	\$570.447,00		\$570.447,00	100,00%

M. Flujo neto de efectivo.

Concepto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión Fija	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Inversión Diferida	(838,390.00)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Capital de Trabajo	(9403,387.00)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Recursos Financieros	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Ingresos por venta	\$0.00	\$322,560.00	\$328,400.00	\$328,400.00	\$328,400.00	\$328,400.00	\$328,400.00	\$328,400.00	\$328,400.00	\$328,400.00	\$328,400.00
Costos de producción	\$0.00	(6203,947.00)	(6203,947.00)	(6203,947.00)	(6203,947.00)	(6203,947.00)	(6203,947.00)	(6203,947.00)	(6203,947.00)	(6203,947.00)	(6203,947.00)
Costos Financieros	\$0.00	(134,226.22)	(134,226.22)	(134,226.22)	(134,226.22)	(134,226.22)	(134,226.22)	(134,226.22)	(134,226.22)	(134,226.22)	(134,226.22)
P&A y P.T.U.	\$0.00	(12,265.22)	(13,394.00)	(13,394.00)	(13,394.00)	(13,394.00)	(13,394.00)	(13,394.00)	(13,394.00)	(13,394.00)	(13,394.00)
Pago a principal	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Aportación de promotores	\$403,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00	\$328,947.00
Flujo Neto de Efectivo	(1166,3105.06)	\$624,473.97	\$388,589.18	\$388,589.18	\$388,589.18	\$400,816.09	\$400,816.09	\$400,816.09	\$400,816.09	\$400,816.09	\$400,816.09

N. Cálculo del Valor Presente Neto y la TIR.

PR **8,00**

16,00

24,00

Año	FNE	TREMA 1 16,00%	Valor Actualizado	TREMA 2 24,00%	Valor actualizado
0	-570.447,00	1,0000	-570.447,00	1,0000	-570.447,00
1	624.473,97	0,8621	538.339,63	0,8065	503.608,04
2	366.589,18	0,7432	272.435,48	0,6504	238.416,48
3	366.589,18	0,6407	234.858,17	0,5245	192.271,36
4	366.589,18	0,5523	202.463,94	0,4230	155.057,54
5	400.816,00	0,4761	190.833,71	0,3411	136.721,44
6	400.816,00	0,4104	164.511,82	0,2751	110.259,23
7	400.816,00	0,3538	141.820,54	0,2218	88.918,73
8	400.816,00	0,3050	122.259,08	0,1789	71.708,65
9	400.816,00	0,2630	105.395,76	0,1443	57.829,56
10	400.816,00	0,2267	90.858,42	0,1164	46.636,74
	3.558.690,51	VPN =	1.493.329,55		1.030.980,77

VPN: Valor Presente Neto
 FNE: Flujo Neto de Efectivo
 Prime Rate: 8.00 %

TIR AÑO 4 = 9,47%

CALCULO DEL PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION (PRIV)

PERIODO	FNE	TREMA 1 16 %	FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO	FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO ACUMULADO
0	(570.447,00)	1,0000	(570.447,00)	(570.447,00)
1	624.473,97	0,8621	538.339,63	(32.107,38)
2	366.589,18	0,7432	272.435,48	240.328,10
3	366.589,18	0,6407	234.858,17	475.186,27
4	366.589,18	0,5523	202.463,94	677.650,22
5	400.816,00	0,4761	190.833,71	868.483,93
6	400.816,00	0,4104	164.511,82	1.032.995,75
7	400.816,00	0,3538	141.820,54	1.174.816,29
8	400.816,00	0,3050	122.259,08	1.297.075,37
9	400.816,00	0,2630	105.395,76	1.402.471,13
10	400.816,00	0,2267	90.858,42	1.493.329,55

= PRIV

$$\text{PRIV} = 7 - 1 + (-53,626.05/54,935.82)$$

$$\text{PRIV} = 6 + 0.9762$$

PRIV =	6.9762 años
--------	-------------

En la figura 42 se presenta el comportamiento de la tasa interna de retorno de proyectos de cultivo de tilapia en 4, 6, 12, 16, 20 y 24 tanques circulares.

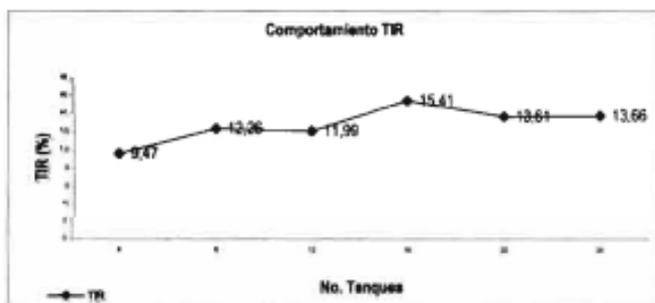


Figura 42. Tasa Interna de Retorno del tamaño del proyecto de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit

En la figura 43 se presenta el comportamiento del valor presente neto de proyectos de cultivo de tilapia en 4, 6, 12, 16, 20 y 24 tanques circulares.

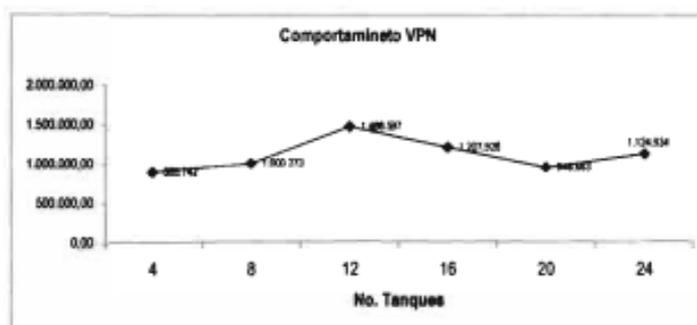


Figura 43. Valor presente neto del tamaño del proyecto de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit

En la figura 44 se presenta el comportamiento de la relación beneficio-costos de proyectos de cultivo de tilapia en 4, 6, 12, 16, 20 y 24 tanques circulares.

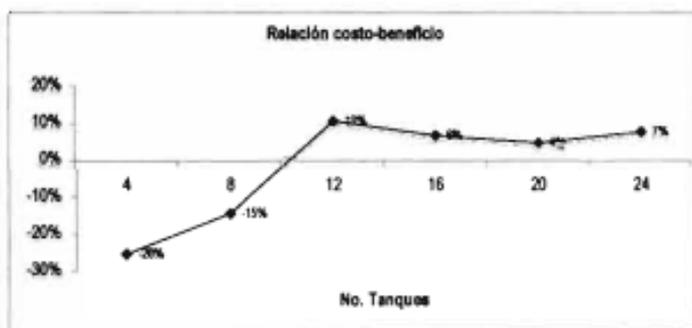


Figura 44. Relación Beneficio-costos del tamaño del proyecto de cultivo de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit.

Discusión

En el Estado de Nayarit la acuicultura "industrial" ha contado con los medios para desarrollarse casi al margen de la intervención estatal y, en el extremo opuesto, la acuicultura rural de tipo I (acuicultura de subsistencia) ha recibido durante bastante tiempo la atención de los Gobiernos aunque los resultados hayan estado muy por debajo de las expectativas. Los problemas que enfrenta la acuicultura industrial son principalmente de tipo empresarial y tienen, como es natural, componentes técnicos, económicos y sociales propios. En cualquier caso, los factores limitantes son de naturaleza bastante distinta a los que encontramos al analizar la acuicultura rural de tipo I. El tema motivación/adopción/ deserción, por ejemplo, en el caso de la acuicultura rural tipo I es esencial en el Estado. La experiencia indica que en el caso de la *Acuicultura Rural tipo II* no es tan difícil la adopción de la actividad pero sí lo es la superación de un cierto nivel de intensidad (i.e.: el campesino/hacendado medio obtiene producciones muy bajas y no pasa del nivel de "hobby"). Solamente la aplicación de técnicas y métodos empresariales (semejantes a los empleados en las otras actividades de la granja) y la investigación aplicada y desarrollo tecnológico puede lograr la superación de este nivel y el paso a niveles de producción y rentabilidad que garanticen la sostenibilidad y el crecimiento de la actividad

Existe un potencial hasta ahora muy poco explotado en el Estado de Nayarit de un tipo de acuicultura que no es ni la industrial (la de las grandes inversiones) ni la de subsistencia (la de los "más pobres"). Se ha denominado *Acuicultura Rural tipo II* tan solo para fines prácticos de comprensión y sin pretender llegar a una definición estricta de acuerdo a los criterios de Martínez (1994).

El sector piscícola en Nayarit se caracteriza por una mayoría de campesinos y pescadores que se dedica a cultivos de tipo extensivo, destinados para autoconsumo y con espejos de agua muy pequeños. Existe, sin embargo, un grupo con áreas de cultivo entre 1,000 y 5,000 m², los cuales producen también con el objeto de comercializar.

Tanto de los proyectos de subsistencia como de los de tipo II no se dispone de información, por lo que este trabajo pretendió aportar información de este último tipo de acuicultores en los que se aporta información relativa a la tecnología de tanques circulares utilizados y se evaluó la efectividad del sistema de producción que se implementó en los diferentes municipios del Estado de Nayarit.

La especie que se cultivó fue la tilapia sobre las cuales se han basado hasta la fecha la actividad piscícola en la zona. Los criterios de selección de los productores piloto y el alcance de los proyectos resultaron en menos de un 50% de efectividad de los proyectos implementados.

Se presentan los costos e ingresos de la producción de tilapia en tanques circulares en el Estado de Nayarit pero no puede considerarse suficientemente consistente para la realización de un estudio de flujo de fondos. Aun así, y teniendo en cuenta estas limitaciones se ha hecho un estudio aproximativo del cual se han derivado las siguientes consideraciones preliminares:

- En las escalas de producción relativamente pequeñas (320 m³) no parece probable que se obtenga rentabilidad económica. La explicación estaría en que los costos de operación son altos.
- Se encontró que, en la percepción del acuicultor pequeño o muy pequeño, el ingreso de dinero es siempre un factor positivo y alentador y contribuye coyunturalmente a mejorar su estándar de vida. Sin embargo desde un punto de vista de la rentabilidad económica, tal efecto financiero estará fundado en costos no remunerados y/o subsidios ocultos. En el mediano y largo plazo primarán los resultados económicos antes que los ingresos financieros coyunturales.
- Los agricultores con intenciones de obtener un excedente de la acuicultura han adoptado estos sistemas. Desde un punto de vista individual, no pueden ser considerados en un esquema de *Acuicultura Rural tipo II* aún cuando tienen un excedente y vocación productiva. El problema es la escasa rentabilidad debida en parte a una subutilización de la tecnología de tanques circulares con aireadores y

sistema de bombeo. Cualquier intento de expandir la capacidad productiva tendría como límite el tamaño de la tierra disponible y el alto costo de tecnologías más intensivas lo que contrasta con la limitada capacidad de inversión.

- Una alternativa que se propone en este trabajo es asociar varios productores de pequeñas dimensiones para obtener rendimientos de escala. Ello podría lograrse si las granjas se encontraran geográficamente próximas y en consecuencia pudiera disminuirse el peso de los costos fijos individuales con instalaciones y servicios utilizados en forma común, bajando el nivel de punto de equilibrio económico. No será fácil lograr este tipo de asociación económica que implica esfuerzos en el plano social, económico y técnico.
- El punto fuerte para lograr producir niveles de beneficio y por ende de acumulación en explotaciones de tan pequeñas dimensiones es el de la comercialización común y dirigida a mercados suficientemente evaluados, mejorándose además los canales de distribución y obteniéndose así mayores márgenes de utilidad.

Una estrategia para este tipo de explotación podría comprender:

- Esquemas asociativos acordes con la situación local de tenencia de la tierra a nivel productivo (tecnología, instalaciones y equipo, etc.)
- Patrones comunes y coordinados de comercialización (concentración de oferta en ente común a nivel productor como mínimo, estrategia de ventas con valor agregado (servicios de procesamiento y, en esquemas más desarrollados, transporte y distribución).

En algunos países desde hace una década en América Latina como Venezuela y Colombia se lleva acabo el cultivo de la tilapia en altitudes hasta los 500 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre los 25° y 32°C, siendo la temperatura óptima 27-29°C. Las tilapias son altamente resistentes a bajas de oxígeno soportando concentraciones en tanques circulares hasta de 1 mg/l (Martinez, 1994). Sin embargo, en Nayarit el 50% de los proyectos de tanques circulares esta por arriba de los 500 msnm con el efecto sobre las temperaturas medias mensuales que

llegan hasta de 18°C en el ambiente y a 23.5°C en el agua. Por lo que el rendimiento es menor de lo esperado impactando fuertemente en la rentabilidad del proyecto y consecuentemente en el abandono.

En cuanto a los costos y facilidades de manejo encontramos que son mejor los tanques circulares de concreto los cuales se utilizan en otros países con muy buenos resultados como en Cuba.

Dentro de la calidad del agua se encontró que estos sistemas pueden tener hasta concentraciones menores a 1.0 mg/l de oxígeno disuelto en el fondo del estanque, lo que es perjudicial para la tilapia debido a problemas técnicos y de manejo de los estanques, por lo que en la mayoría de ellos no se pudo trabajar con densidades mayores a 30 kg/m³, con la consecuente subutilización de la infraestructura y tecnología.

El crecimiento en estanques que tuvieron las condiciones adecuadas fue bueno ya que en 6 meses llegaron a pesos de alrededor de 450 a 500 g. Sin embargo Ruiz et al. (2006) determinó crecimientos en estos sistemas de 319.21 g en seis meses lo cual es bajo. Además, encontramos que por cuestiones de manejo o de mercado oportuno los cultivos duraron hasta 14 meses con el detrimento de la calidad del producto.

Conclusiones

1. La caracterización de los proyectos de tanques circulares en el estado de Nayarit son de tipo subsistencia y acuicultura rural tipo II.
2. Sus procesos de producción son relativamente largos en comparación con los que se manejan a nivel producción comercial a causa de factores físico-ambientales y financieros.
3. Solamente los lugares que cuentan con agua suficiente, utilizando la gravedad para recambios y que mantuvieron constante monitoreo y asesoría técnica lograron producciones aceptables y rentables en sus cultivos.
4. La venta a pie de granja es la estrategia de comercialización usada por el 70% de los cultivos en estanques circulares, el 30% busca mercado regional y Benito Juárez quien comercializa todo en su restaurante, dándole el máximo valor agregado al producto.
5. Una estrategia para su mercado son los Patrones comunes y coordinados de comercialización (concentración de oferta en ente común a nivel productor como mínimo), estrategia de ventas con valor agregado (servicios de procesamiento y, en esquemas más desarrollados, transporte y distribución).
6. Solamente la aplicación de técnicas y métodos empresariales (semejantes a los empleados en las otras actividades de la granja) y la investigación aplicada y desarrollo tecnológico puede lograr la superación de este nivel y el paso a niveles de producción y rentabilidad que garanticen la sostenibilidad y el crecimiento de la actividad.

7. En cuanto a los costos y facilidades de manejo encontramos que son mejor los tanques circulares de concreto los cuales se utilizan en otros países con muy buenos resultados como en Cuba.

8. El análisis de tamaño de proyecto mostró que es necesario operar con un mínimo de 12 tanques circulares para que el proyecto sea rentable, bajo las condiciones de Nayarit.

Bibliografía

- Alvarez, N. A. (2006). Intensive Tilapia Production in Circular Concrete Ponds with the Utilization of Pure Oxygen. *Panorama Acuicola Magazine*. Nov/Dic. 2006. 1-13 pp.
- Barki, A., Gur N. and Karplus, I. (2001): "Management of interespecific food competition in fish-crayfish communal culture: the effects of the spatial and temporal separation of feed", *Aquaculture*, Vol. 201, págs. 343-354.
- Boll, M. G. and Lanzer, E. A. (1995): "Bioeconomic study of fish production on polyculture system on south Brazil", *In Sustainable Aquaculture 95*, Honolulu, Hawaii, Pacific Congress on Marine Science and Technology, págs. 16-23.
- Brummett, R., E. and Alon. N. C. (1994): "Polyculture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in earthen ponds", *Aquaculture*, Vol. 122, págs. 47-54.
- Cacho, O., Hatch, U. and Kinnucan H. (1990): "Bioeconomic analysis of fish growth: Effectsof dietary protein and ration size", *Aquaculture*, Vol. 88, págs. 223-238.
- Cacho, O. (1997): "Systems modeling and bioeconomic modeling in aquaculture", *Aquaculture Economics and Management*, Vol. 1, Nº1, págs.45-64.
- Cohen, D., Ra'anán, Z. and Barnes, A. (1983a): "Production of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. I. Integration into fish polyculture system", *Aquaculture*, Vol. 31, págs. 67-76.
- Cohen, D. and Ra'anán, Z. (1983b): "The Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. III. Density effects of all-male tilapia hybrids on prawn yield characters in polyculture", *Aquaculture*, Vol. 35, págs. 57-71.
- Donny Víctor Ponce Marbán & Juan Hernández Guerra & Eucario Gasca Leyva, 2005. "Viabilidad económica del policultivo de tilapia nilótica y langosta australiana en el estado de Yucatán, México," Documentos de trabajo conjunto ULL-ULPGC 2005-03, Facultad de Ciencias Económicas de la ULPGC. 24 pp.

- Flores-Nava, A. (1998): "La acuicultura industrial en el estado de Yucatán. Situación actual y perspectivas", en: *La acuicultura en el sureste de México. Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR, México*, págs. 167-173.
- Hulata, G., Wohlfarth G. W., Karplus, I., Schroeder, G. L., Harpaz, S. Halevy A., Rothbard, S., Cohen, S., Israel, I. and Kavessa, M. (1993): "Evaluation of *Oreochromis niloticus* × *O. aureus* hybrid progeny of different geographical isolates, reared under varying management regimes", *Aquaculture*, Vol.115, Nº3-4, págs. 253-271.
- Irz, X. and McKenzie, V. (2003): "Profitability and technical efficiency of aquaculture systems in Papanga, Philippines", *Aquaculture Economics and Management*, Vol. 7, Nº3-4, págs.195-211.
- Karplus, I., Barki, A., Cohen, S. and Hulata G. (1995): "Culture of the Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in Israel. 1. Polyculture with fish in earthen ponds", *The Israeli Journal of Aquaculture-Bemidgah*, Vol. 47, págs. 6-16.
- Karplus, I. Harpaz, S. Hulata, G., Segev, R. and Barki, A. (2001): "Culture of the Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in Israel VI. Crayfish incorporation into intensive tilapia production units", *The Israeli Journal of Aquaculture-Bemidgah*, Vol. 53, Nº1, págs.23-33.
- Manuel Martínez Espinosa. (1994). Entre la acuicultura de los "Más Pobres" y la de los "Menos Pobres". PROYECTO GCP/RLA/102/ITA "APOYO A LAS ACTIVIDADES REGIONALES DE ACUICULTURA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE"—AQUILA I. GCP/RLA/102/ITAPROYECTO AQUILA IIDOCUMENTO DE CAMPO Nº21.
- Rendón A. D., Rojas-Herrera, A., Ponce-Palafox, J.T. y García-Ulloa, M. (2005). Análisis de la implementación del cultivo de tilapia y camarón en tanques de geomembrana en el sector rural del estado de Guerrero, México. 2do. Foro Internacional De Acuicultura: Un encuentro con la Biotecnología. 30 al 4 de Diciembre. Hermosillo, Sonora, México. 2005
- Rouse, D. B. and Kahn B. M. (1998): "Production of Australian red claw *Cherax quadricarinatus* in polyculture with Nile tilapia *Oreochromis niloticus*", *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 29, Nº3, págs. 340-344.

- Ruiz Velazco Arce Javier Marcial de Jesús; Tapia Varela Raúl; García Partida José Rosendo; González Vega, Humberto. (2006). Evaluación de un cultivo semi-Intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en tanques circulares con aguas termales . Revista Electrónica de Veterinaria REDVET @, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 11, Noviembre/2006.
- Sadek, S., and Jacques M. (1996): "Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) culture in earthen ponds in the Nile Delta, Egypt: Culture parameters and cost-benefits", *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgah*, Vol. 48, Nº4, págs. 201-218.
- Sadek, S., and Moreau J. (1998): "Culture of *Macrobrachium rosenbergii* in monoculture and polyculture with *Oreochromis niloticus* in paddies in Egypt". *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgah*, Vol. 50, Nº1, págs. 33-42.
- Springborn, R. R., Jensen A. L., Chang, W. Y. B. and Engle, C. (1992): "Optimum harvest time in aquaculture: an application of economic principles to a Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), growth model", *Aquaculture and Fisheries and Management*, Vol. 23, págs. 639-647.
- Stewart, J. A. y Seijo, J. C. (1994): "Economía del cultivo de *Cichlasoma urophthalmus*", en: Martínez-Palacios C. A. y Roos L. G. (Eds.), "Biología y cultivo de mojarra latinoamericana *Cichlasoma urophthalmus*", *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*, México, págs.165-190.
- Vromant, Nico, Cao Quoc N. and Frans, O. (2002): "Growth performance of *Barbodes gonionotus* (Bleeker) in intensively cultivated rice fields". *Aquaculture*, Vol. 212, Nº1-4, págs.167-178.