

Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque bajo un manejo intensivo

Rafael Antonio Trejo Ortega

ZAMORANO
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque bajo un manejo intensivo

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
Académico de licenciatura

Presentado por

Rafael Antonio Trejo Ortega

Honduras
Diciembre, 2002

El autor concede a zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

Rafael Antonio Trejo Ortega

Honduras
Diciembre, 2002

Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque bajo un manejo intensivo

Presentado por:

Rafael Antonio Trejo Ortega

Aprobada:

Daniel E Meyer, Ph. D.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Suyapa Triminio de Meyer, Licda.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Miguel Vélez, Ph. D.
Coordinador de área temática

Mario Contreras, Ph. D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso que siempre me acompaña y me guía por el buen camino.

A mi padre, Rafael Trejo, por la formación que me dió para seguir adelante en todo el camino de la vida, a mi madre, Carmen Ortega, por todo su amor y apoyo incondicional.

A mi hermano, Leandro José, por animarme a culminar esta meta en cada momento.

A mis tíos, Daniel Kaegi y Zoila Trejo, por su incondicional apoyo para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Daniel Meyer, por su apoyo, su tiempo y dedicación.

A la Lic. Suyapa Triminio de Meyer, por toda su paciencia, tiempo y dedicación para realizar este estudio.

Al Ing. Franklin Martines, por su colaboración y apoyo en la sección de acuicultura.

Al futuro grupo de acuacultores, Mario, Javier, Kenny, Andrés, Luis, Edwin por todos los momentos que compartimos como amigos y grupo de trabajo.

A todos mis amigos y colegas, en especial a Antonio, David, Jessica, Marcos, Eli, Juan pablo, Andrés Egas, colonia Boliviana y Hondureña de la clase 02', por todos los momentos compartidos durante estos cuatro años.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Gobierno de Honduras, por haber financiado mis estudios.

Agradezco a la fundación FOOD FOR PROGRESS, por haber financiado mis estudios.

Agradezco al Dr. Daniel Meyer, por brindarme todo su apoyo para realizar este estudio.

RESUMEN

Trejo, Rafael. 2002. Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque bajo un manejo intensivo. Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

El costo de la alimentación de los peces es el componente más importante en la producción de tilapia cultivada. El objetivo del ensayo fue comparar el crecimiento y sobrevivencia de tilapias cultivadas a tres densidades en jaulas ubicadas en un estanque sembrado para el engorde de alevines. El experimento tuvo una duración de 147 días. Se utilizaron nueve jaulas flotantes de $1 \times 1 \times 1$ m, hechas de PVC y malla plástica,. Las densidades probadas eran de 50, 100 y 200 peces por jaula, con tres repeticiones de cada una. Se sembraron 3000 alevines libres en el estanque. Los peces en las jaulas fueron alimentados con un alimento peletizado con 28% de proteína cruda y ofrecido en dos porciones diarias. Se muestreó cada 30 días el peso y sobrevivencia de los peces de cada jaula y de los alevines libres en el estanque. En general la sobrevivencia de los peces en las jaulas fue elevada (>85%). No se observó una relación entre las densidades de siembra y la sobrevivencia de los peces. Los peces sembrados a 50/jaula crecieron más rápidamente ($P \leq 0.05$) que los peces sembrados a densidades más altas. La biomasa final alcanzada por los peces en cada jaula aumentaba de manera directa con la densidad de siembra. La sobrevivencia de los alevines libres en el estanque fue de 90%. El ritmo de crecimiento de estos peces libres en el estanque fue lento, comparado con algunos otros ensayos realizados en Zamorano. En el análisis económico del ensayo, cada una de las densidades de siembra de los peces en las jaulas resultó en una pérdida. Los peces enjaulados crecieron lentamente y presentaron índices de conversión alimenticia elevados. Ambos factores contribuyeron a aumentar los costos de producción y limitar la biomasa final a los 147 días del experimento. El engorde de los alevines libres en el estanque no incurrió en costo adicional del alimento concentrado y estos peces ayudaron a mejorar el índice de conversión alimenticia para el sistema.

Palabras clave: alimentación, nutrición animal.

NOTA DE PRENSA

EL CULTIVO DE TILAPIA EN JAULAS. ¿ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN QUE OPTIMIZA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS?

El cultivo de tilapia es rentable en muchas zonas tropicales del mundo. La alimentación de los peces es el componente más importante en el presupuesto de producción de tilapia cultivada de acuerdo al sistema de producción. El cultivo de tilapia en jaulas permite establecer alta densidad de siembra en áreas de producción relativamente pequeñas comparada a sistemas en estanques.

Se realizó un estudio en Zamorano para comparar el crecimiento y sobrevivencia de tilapias cultivadas a diferentes densidades en jaulas ubicadas en un estanque sembrado para el engorde de alevines. Se evaluaron tres densidades, 50, 100 y 200 peces por jaula, con tres repeticiones de cada una. Se sembró un total de 3 mil alevines libres en el estanque. Los peces en las jaulas se alimentaron con un producto peletizado de 28% de proteína cruda, ofrecido en dos porciones diarias. Se realizaron muestreos cada 30 días para tomar la ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, porcentaje de sobrevivencia y análisis económico de cada tratamiento y los alevines libres en el estanque.

El mejor resultado en crecimiento se observó con 50 peces sembrados por jaula, éstos crecieron con mayor rapidez que los peces sembrados a densidades más altas. Sin embargo, la biomasa final alcanzada por los peces en cada tratamiento, aumentó de manera directa con la densidad de siembra. La sobrevivencia de los peces en las jaulas fue elevada (>85%) en las tres densidades de siembra. Para cada densidad de siembra, el análisis económico resultó en pérdida, debido a que la productividad del sistema en el área establecida para el ensayo fue baja, lo cual aumentó los costos de producción y afectó la biomasa final en los 147 días del experimento. El engorde de los alevines libres en el estanque no incurrió en costo adicional de alimento concentrado y estos peces ayudaron a mejorar el índice de conversión alimenticia para el sistema. Es recomendable hacer uso de alimentación alternativa, empleando sub-productos agrícolas y fertilizantes con el fin de disminuir el costo de alimentación; así como dividir la cantidad diaria de alimento en un mínimo de cuatro porciones para el mejor aprovechamiento del mismo.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
2.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
2.2 JAULAS.....	2
2.3 PECES.....	2
2.4 ESTANQUE.....	3
2.5 AIREACIÓN.....	3
2.6 ALIMENTACIÓN DE LOS PECES.....	3
2.7 VARIABLES MEDIDAS.....	4
2.8 DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	4
2.9 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
3.1 CALIDAD DEL AGUA.....	6
3.2 PRUEBA DE DENSIDADES EN LAS JAULAS.....	7
3.2.1 Supervivencia de los peces enjaulados.....	7
3.2.2 Biomasa.....	7
3.2.3 Índice de conversión alimenticia en los peces enjaulados.....	8
3.3 SOBREVIVENCIA DE LOS PECES LIBRES EN EL ESTANQUE.....	9
3.4 CRECIMIENTO DE LOS PECES LIBRES EN EL ESTANQUE.....	9
3.4.1 Índice de conversión alimenticia para el sistema.....	10
3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	10

4.	CONCLUSIONES.....	13
5.	RECOMENDACIONES.....	14
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Porcentaje de biomasa utilizada en la alimentación de los peces enjaulados.....	3
2.	Calidad del agua en el estanque con nueve jaulas con diferentes densidades de tilapia y 3000 alevines libres de tilapia cultivados durante 147 días, en Zamorano, Honduras, 2002.....	7
3.	Producción de tilapias en jaula en tres densidades durante 147 días.....	7
4.	Comparación económica de tres densidades de cultivo de tilapia en jaulas y alevines libres en un estanque.....	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

- | | | |
|----|---|----|
| 1. | Peso promedio de tilapias cultivadas en jaulas de 1 m ³ cada una, a tres densidades, durante 147 días en Zamorano, Honduras, 2002..... | 8 |
| 2. | Peso promedio de alevines libres en el estanque..... | 10 |

1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el cultivo de especies acuáticas en medios naturales y artificiales, con finalidad de sustento o comercial. Una alternativa para la producción acuícola es el cultivo de peces en jaulas. Lo que permite reducir los costos de producción y utilizar cuerpos de agua que no son aptos para otros tipos de cultivo (QUALTI, 2002).

La tilapia es un pez bondadoso que se adapta fácilmente a las condiciones del cultivo. Tiene una carne sabrosa, es resistente a enfermedades, es fácil de reproducir en la finca, presenta hábitos alimenticios amplios (AQUATIC, 1998) y es de rápido crecimiento. El cultivo de tilapia es rentable en muchas partes tropicales del mundo. La tilapia aprovecha diversos tipos de alimentos como estiércol, gallinaza, hortalizas, algas, termitas, alimentos concentrados y varios tipos de sub-productos agrícolas (Meyer y Triminio, 2002). El cultivo de tilapia en jaulas fue probado por primera vez en el continente asiático (Gómez, 2002). Actualmente en Honduras hay una producción comercial de tilapia en jaulas ubicadas en varios lagos naturales y artificiales que superará 4500 TM en 2002.

El objetivo del ensayo fue comparar el crecimiento y sobrevivencia de tilapias cultivadas a diferentes densidades en jaulas ubicadas en un estanque sembrado con alevines para el engorde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio fue realizado en el Laboratorio de Acuicultura del Zamorano en el Valle del Río Yegüare a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación anual promedio de 1100 mm y una temperatura promedio anual de 24 °C. El estudio duró 147 días, del 25 de abril al 18 de septiembre de 2002.

2.2 JAULAS

Para este trabajo se utilizaron nueve jaulas flotantes de 1m³ cada una, construidas con malla de plástico (Vexar) de 12 mm de luz. Cada una de las jaulas tiene un marco flotante de tubo de PVC de 50 mm de diámetro.

Las jaulas fueron colocadas en el estanque número 13 con 1000 m² espejo de agua del Laboratorio de Acuicultura. El estanque fue llenado previamente con agua bombeada del lago Monte Redondo, un reservorio ubicado dentro de la propiedad de Zamorano.

Las jaulas fueron lavadas y desinfectadas antes de ser sembradas con los peces. A intervalos de 30 días, fueron examinadas para detectar daños en la malla por donde podían escapar los peces.

Las jaulas estaban fijadas en su lugar, con una cuerda extendida entre dos postes clavados en el fondo del estanque. Se dejó una separación de aproximadamente un metro entre las jaulas.

2.3 PECES

Se utilizaron 4050 ejemplares de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Un total de 1050 machos fueron sembrados dentro de las jaulas y 3000 alevines fueron sembrados libres en el estanque. Estos peces habían sido tratados con hormona para su reversión sexual. Los peces adultos fueron distribuidos en las jaulas a diferentes densidades (50, 100 y 200 peces por jaula), con tres jaulas con cada densidad.

Todos los peces fueron tratados con un baño de permanganato de potasio (15 ppm por 10 segundos) antes de ser sembrados para desinfectarlos y reducir la posibilidad de infecciones de bacterias y hongos.

2.4 ESTANQUE

El estanque tiene 1000 m² de espejo de agua y una profundidad promedio de 1.5 m. Fue encalado en seco con 100 kg de carbonato de calcio. Durante los 147 días del ensayo, no hubo ningún recambio de agua en el estanque; solamente se reemplazó el agua perdida por evaporación y filtración.

2.5 AIREACIÓN

Se colocó un aireador flotante con un motor de 1 HP. La acción del aireador ayudó a introducir oxígeno en el agua del estanque y mantenerla en circulación. Durante los dos primeros meses del ensayo no se utilizó el aireador. A partir del tercer mes, el aireador se mantuvo funcionando diariamente desde las 4:00 pm hasta las 6:00 am del día siguiente.

2.6 ALIMENTACIÓN DE LOS PECES

Los peces dentro de las jaulas fueron alimentados diariamente en dos porciones con un concentrado peletizado, fabricado en Honduras con 28% de proteína cruda, a razón de 3% de su biomasa durante los primeros cuatro meses del ensayo.

Debido al mayor tamaño alcanzado por los peces sembrados a razón de 50/jaula, durante el quinto mes del ensayo, ellos recibieron una cantidad de alimento equivalente a 1.5% de su biomasa, mientras que los demás peces enjaulados recibieron 3% de su biomasa (Cuadro1).

Cuadro 1. Porcentaje de biomasa utilizada en la alimentación de los peces enjaulados.

Meses del ensayo	Tasa de alimentación (% biomasa/día)	Porcentaje de proteína en la dieta
Primero	3	28
Segundo	3	28
Tercero	3	28
Cuarto	3	28
Quinto	1.5 y 3	28

Los alevines libres en el estanque no fueron alimentados directamente, sino consumieron el alimento concentrado desperdiciado por los peces enjaulados. Además, estos peces consumieron el fitoplancton y zooplancton presente en el agua del estanque.

2.7 VARIABLES MEDIDAS

Se evaluó el crecimiento y la sobrevivencia de los peces adultos en cada una de las jaulas a intervalos de 30 días. En cada muestreo los peces de cada jaula fueron contados y pesados en grupos de aproximadamente 50 individuos. Cada grupo de peces fue colocado en una canasta para tomar su peso utilizando una balanza de reloj con capacidad de 25 kg.

Con los datos de cada muestreo se calcularon la sobrevivencia de los peces, su ganancia de peso y los índices de conversión alimenticia, para cada una de las jaulas. En la cosecha final, se midió y pesó cada pez individualmente.

A intervalos de 30 días se pesaron los peces de cada jaula en grupos de 50 individuos. En las mismas fechas, los peces libres en el estanque fueron capturados con un chinchorro y pesados en grupos de aproximadamente de 150 individuos. Al finalizar el ensayo, el estanque fue drenado y los alevines fueron capturados y pesados de manera similar.

La temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua fueron medidas diariamente, dos veces al día, utilizando un medidor polarigráfico marca YSI, modelo 55. Semanalmente se evaluó la concentración total de nitrógeno amoniacal (TAN), el pH y la turbiedad del agua del estanque. El TAN fue determinado por el método Nessler, utilizando un espectrofotómetro marca HACH, modelo DR 2000, el pH con un potenciómetro marca Fisher, modelo AB15 y la turbidez del agua con un disco Secchi.

2.7 DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo fue un diseño completamente al azar, con tres tratamientos (tres densidades de siembra) y con tres réplicas de cada uno. Los datos de sobrevivencia y crecimiento de los peces fueron analizados por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias por DMS (“Statistical Analysis System” SAS).

2.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se hizo un análisis de los costos e ingresos del manejo de nueve jaulas con las diferentes densidades y el engorde de alevines libres en el estanque. El análisis incluyó tanto los costos fijos (depreciaciones) como los variables (peces, alimento, mano de obra, uso de aireador, y otros).

La comparación económica realizada tomó en cuenta los ingresos, los costos variables y los costos fijos. Se calculó la ganancia (Ingresos – Costos Totales), rentabilidad (Ganancia/Costos Totales) y el costo por kg de pez producido para cada manejo probado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CALIDAD DEL AGUA

La concentración de oxígeno disuelto en agua durante todo el ensayo estuvo dentro del rango aceptable para la tilapia (Cuadro 2). Se observó una fluctuación diaria debido a la producción de oxígeno por fotosíntesis en el día y su consumo por respiración en la noche. Con agua estática, el oxígeno disuelto en el agua proviene mayormente del proceso fotosintético de las algas (Meyer, 1998).

La temperatura del agua estuvo en promedio en el rango óptimo para el crecimiento de la tilapia (Cuadro 2). Las tilapias son peces de climas cálidos tropicales, y el rango óptimo de temperatura del agua para la tilapia es de 25 a 30 °C (Espejo, 2001). Durante este ensayo el pH del agua en el estanque se mantuvo cercano a ese valor (Cuadro 2). Los valores de pH cercanos a siete son óptimos en la acuicultura (Meyer y Aceituno, s.f.).

En agua estática usada para el cultivo de peces, se observa un gradual aumento en la fertilidad, y consecuentemente, en el número de algas presentes. Se recomienda manejar la turbidez del agua entre 20 y 30 cm para el cultivo de tilapia (Meyer y Triminio, 2002). Durante los cinco meses del ensayo el agua del estanque tenía una turbidez dentro de ese rango (Cuadro 2). La turbidez del agua del estanque se debió a la cantidad de fitoplancton existente, que es importante como base de la alimentación natural de la tilapia (Meyer y Triminio, 2002).

La concentración promedio de TAN en el agua del estanque, siempre estuvo dentro del rango aceptable para la tilapia (Cuadro 2) de 0.23-0.71 ppm (Boyd, 1990).

Cuadro 2. Calidad del agua en el estanque con nueve jaulas con diferentes densidades de tilapia y 3000 alevines libres de tilapia cultivados durante 147 días, en Zamorano, Honduras, 2002.

Parámetros	#Obs	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
Temperatura, °C	147	23.32	31.37	28.63
Oxígeno, mg/l	147	2.64	7.64	5.22
pH	21	5.83	7.88	6.44
Turbidez, cm	21	23.37	32.40	27.23
TAN, ppm	21	0.18	0.57	0.28

3.2 PRUEBA DE DENSIDADES EN LAS JAULAS

3.2.1 SOBREVIVENCIA DE LOS PECES ENJAULADOS

En general la sobrevivencia de los peces en las jaulas fue elevada (>85%) y no se observó una relación entre las densidades de siembra y la sobrevivencia de los peces (Cuadro 3).

Se esperaba que a mayor densidad, los peces tuvieran mayor estrés en el momento de los muestreos, los cuales tomaron mayor tiempo debido al mayor número de peces evaluados, aunque obviamente no fue así. En un estudio similar con un sistema integrado de peces en jaulas con cerdos Suazo (2002) obtuvo una sobrevivencia similar.

Los peces sembrados a razón de 50/jaula crecieron más rápidamente ($P \leq 0.05$) que los otros peces. Los peces sembrados a 100/jaula y a 200/jaula ganaron peso a un ritmo similar. En la producción acuícola, la densidad de siembra influye fuertemente en la tasa de ganancia de peso del individuo. A mayor densidad de siembra, cada individuo aumenta de peso más lentamente. Donoso (1995) obtuvo una ganancia de peso individual de 0.8 a 1.5 g/día, similar a las tasas de ganancia reportadas en el presente estudio con tilapias sembradas a una densidad de 50/jaula.

3.2.2 BIOMASA

El incremento en la biomasa de peces en cada jaula aumentó de manera directa con la densidad de siembra (Cuadro 4), aunque al aumentar la densidad de siembra de 50/jaula a 100/jaula no se logró duplicar la biomasa cosechada. A pesar del ritmo lento de crecimiento de los peces sembrados a 200/jaula, produjeron la mayor cantidad de biomasa. Los peces sembrados a 50/jaula alcanzaron un peso promedio final superior que los peces sembrados a las otras densidades que fueron similares (Figura 1).

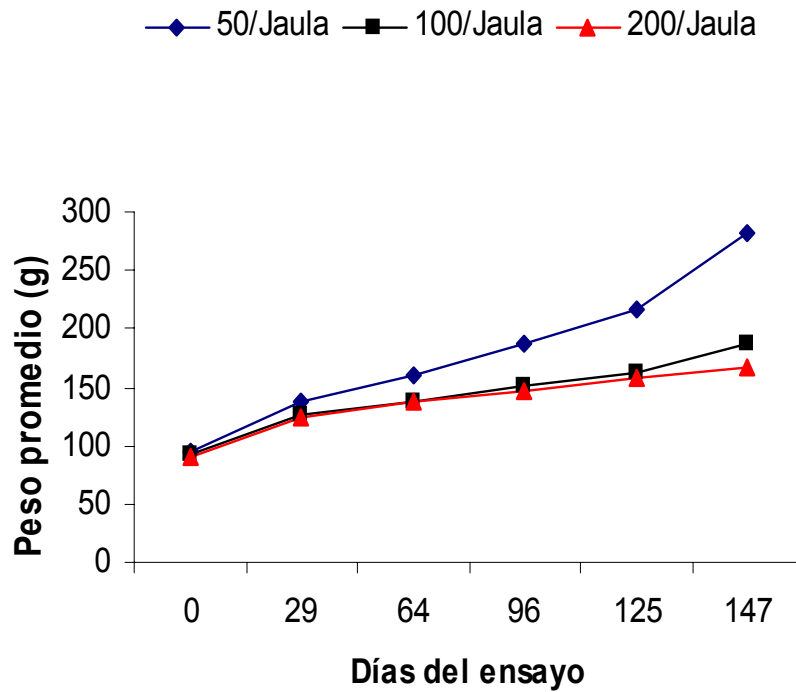


Figura 1. Peso promedio de tilapias cultivadas en jaulas de 1m³ cada una, a tres densidades, durante 147 días en Zamorano, Honduras, 2002.

3.2.3 INDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN LOS PECES ENJAULADOS

Los Indices de Conversión Alimenticia (ICA) encontrados para los peces en jaulas, fueron muy elevados (Cuadro 3). Los peces recibieron alimento concentrado dos veces por día, las tilapias tienen un estomago pequeño y posiblemente no consumieron todo el alimento repartido. En otros estudios realizados en Zamorano se han encontrado índices de conversión alimenticia similares; Donoso (1995) cultivó tilapias a densidades de 50 peces/jaula y encontró índices de conversión alimenticia entre 4.3 y 6.0, similares a este ensayo.

Según Coche (1982), con dietas con 25% o más de PC, se puede obtener índices de conversión alimenticia entre 1.1 al 1.5 en el engorde de tilapias en jaulas, en agua con una moderada floración de algas.

Cuadro 3. Producción de tilapias en jaula en tres densidades durante 147 días.

Variables	Densidades por m³		
	50	100	200
Duración del ensayo (días)	147	147	147
Sobrevivencia (%)	87	95	91
Peso promedio inicial (g)	94	93	91
Peso promedio final (g)	284	188	167
Ganancia promedio (g/día)	1.3a	0.7b	0.5b
Biomasa final (kg/jaula)	12.3	18.0	30.3
ICA	3.1	5.7	7.7

3.3 SOBREVIVENCIA DE LOS PECES LIBRES EN EL ESTANQUE

La sobrevivencia de los alevines libres en el estanque fue de 90%, superior a la sobrevivencia reportada por Suazo (2002), en condiciones similares. El nivel aceptable para el pre-engorde de alevines de tilapia es de 60-90 % de sobrevivencia (Popma y Green, 1990).

3.4 CRECIMIENTO DE LOS PECES LIBRES EN EL ESTANQUE

El crecimiento de los peces libres en el estanque fue lento (Figura 2) comparado con otros ensayos realizados en Zamorano. Suazo (2002) cosechó peces de un peso promedio de 105g producidos con un manejo similar, aunque el estanque recibió los desperdicios de una porqueriza. El efecto fertilizante del excremento de los cerdos provocó una floración de fitoplancton que sirvió de alimento importante en el engorde de las tilapias.

En el presente estudio no se fertilizó el estanque; como consecuencia, el agua contuvo una menor cantidad de algas. Esta diferencia se refleja en la turbidez del agua, la cual fue mayor en el ensayo de Suazo (2002).

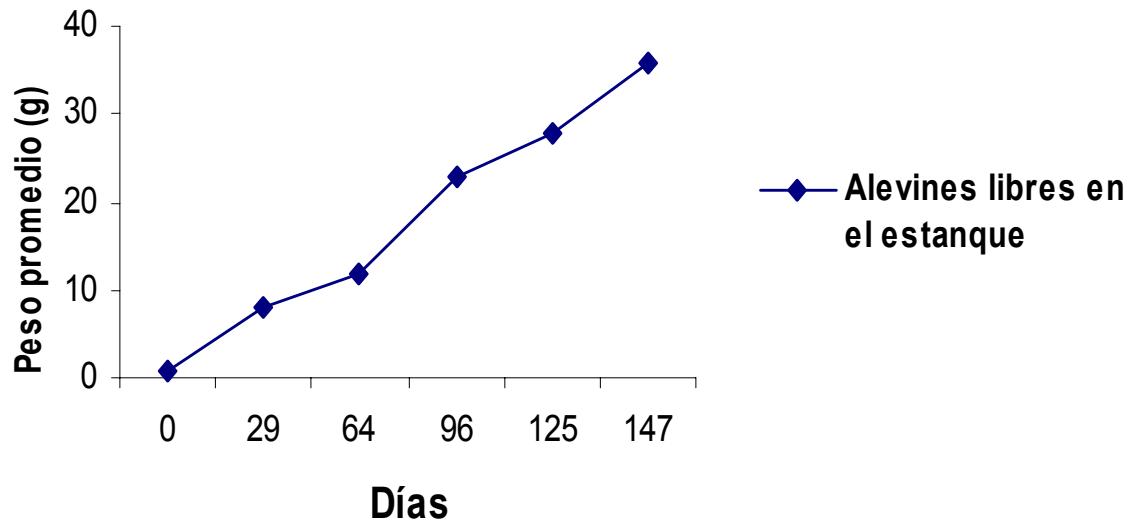


Figura 2. Peso promedio de alevines libres en el estanque.

3.4.1 INDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA PARA EL SISTEMA

Se utilizaron 484 kg de alimento concentrado en el engorde de los peces enjaulados durante 147 días del ensayo y se cosecharon 94 kg de alevines del estanque, lo que sumado a la biomasa de peces en las jaulas, dio un Índice de Conversión Alimenticia para el sistema de 3.1 a 7.7.

En un sistema integrado con una porqueriza, Suazo (2002) reportó un índice de conversión alimenticia para peces cultivados en jaulas y alevines libres en el estanque, de 0.76.

3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

En Honduras la tilapia es comercializada como pez vivo a precios entre USD 2.00 a 2.50 por kg. Para fines de esta comparación, se asignó el mismo valor a los alevines cosechados del estanque al finalizar el ensayo (Cuadro 4).

En todos los tratamientos el mayor costo variable fue la compra del alimento, seguido por la mano de obra, calculada sobre un sueldo base en Zamorano de USD 117.00 por mes, para trabajadores de campo.

Los costos variables totales aumentaron con la densidad en las jaulas. Mientras que los costos fijos totales fueron iguales para las tres densidades. La proporción de los costos fijos por kg de pez producido disminuyó al aumentar la densidad de siembra.

Los tres tratamientos resultaron en una pérdida (Cuadro 4) que como fracción del total de los costos, fue relativamente constante para las tres densidades de siembra. En un ensayo similar en Zamorano, Suazo (2002) encontró una rentabilidad entre 31 y 46% con la integración con una porqueriza, ya que se logró reducir la cantidad de concentrado ofrecida.

Cuadro 4. Comparación económica de tres diferentes densidades de cultivo de tilapia en jaulas y alevines libres en un estanque. (Todos los valores están en dólares \$).

Cambio 1\$=16.75 Lps Salario mínimo 1954.50 Lps			Densidad (peces/m ³)					
			50	100		200		
Descripción	Unidad	Precio / unidad \$	Cantidad	Total \$	Cantidad	Total \$	Cantidad	Total \$
Producción/ingresos								
Peces producidos en jaulas	Kg	2.36	110.43	260.61	162.00	382.32	272.7	643.57
Peces libres en el estanque	Kg	2.36	94.00	221.84	94.00	221.84	94.00	221.84
Total de Ingresos			204.43	482.45	256.00	604.16	366.70	865.41
Costos Variables								
Peces	Kg	1.98	42.27	83.69	83.16	164.66	163.62	323.97
Alevines	alevines	0.02	3,000	60.00	3,000	60.00	3000	60.00
Alimento	Kg	0.39	211.36	82.43	425.43	165.92	815.4	318.01
Mano de obra	hora	0.66	218.00	143.88	218.00	143.88	218	143.88
Aireador	hora	0.07	1,100.00	77.00	1,100.00	77.00	1100	77.00
Bomba	hora	0.07	2.66	0.19	2.66	0.19	2.66	0.19
Total				447.19		611.64		923.04
Costos Fijos								
Estanque (Depreciación)				79.00		79.00		79.00
Jaulas				20.30		20.30		20.30
Aireadores (Depreciación)				25.00		25.00		25.00
Equipo (Cuadro 2)				11.97		11.97		11.97
Total				136.27		115.97		136.27
Total de Costos				583.46		727.61		1,059.31
Perdida				-101.01		-123.45		-193.90
Perdida %				-17.31		-16.97		-18.30
Costos / kg				2.85		2.84		2.89

Los cálculos son en base a 9 jaulas de 1 m³ en un estanque de 1000 m² de espejo de agua.

4. CONCLUSIONES

- La calidad de agua del estanque se mantuvo dentro de los rangos óptimos para la tilapia.
- La sobrevivencia de los peces en las jaulas fue elevada.
- La biomasa final de los peces en cada jaula estuvo en relación directa con la densidad de siembra de los peces.
- Los índices de conversión alimenticia reportados en el ensayo fueron malos.
- La sobrevivencia de los alevines libres en el estanque fue alto pero su crecimiento fue lento.
- Ninguna de las densidades de siembra probadas fue rentable con un manejo intensivo.

5. RECOMENDACIONES

- Dividir la cantidad diaria de alimento en un mínimo de cuatro porciones para alimentar adecuadamente a tilapias en las jaulas.
- Tener un agua con mayor fertilidad y mayor cantidad de alimento natural.
- Seguir combinando el cultivo de peces en jaulas con el engorde de alevines libres en un estanque.

6. BIBLIOGRAFÍA

AQUATIC. 1998. Estudio de desarrollo y producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Consultado 9 de octubre de 2002. Disponible en <http://aquatic.unizar.es/>

BOYD, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Alabama, U.S.A 482p.

COCHE, A.G. 1982. Cage cultura of tilapias, p. 205-246. In R.S.V. Pullin and Lowe-McConnell (eds.) The biology and culture of tilapias. ICLARM conference proceedings 7, 432 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

DONOSO, G.E. 1995. Crecimiento de tilapia (*oreochromis niloticus*) en jaulas usando dos dietas en dos lugares del zamorano. Proyecto especial del programa de ingeniería agronómica, El Zamorano, Honduras.

ESPEJO, C. 2001. Manejo industrial de las tilapias. Copiladores Cruz-Suárez, L.E., Rique-Marie, D., Tapia-Salazar, M., García-Flores, A., Peña-Ortega, L. O., Navarro-González, H. A. curso lance en acuicultura, 26-30 de marzo, 2001. Monterrey Nuevo León, México

GOMEZ. 2002. Uso de jaulas para el cultivo de los peces. Consultado 8 de octubre de 2002. Disponible en <http://www.agrored.com.mx/agrocultura/>

MEYER, D.E.; ACEITUNO, C. s.f. Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

MEYER, D.E. 1998. Introducción a la acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 147p

MEYER, D.E.; TRIMINIO, S. 2002. Producción de tilapia en fincas integradas. 2 ed. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 1 pp.

POPMA, J.T., GREEN, W.B. 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. research and development series No. 35. International Center For Aquaculture Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. September 1990.

QUALTI. 2002. La acuicultura. Consultado 7 de octubre de 2002. Disponible en <http://www.qualti.com.mx/>

SUAZO, A. 2002. Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque bajo un manejo integrado con cerdos. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras.16p