

**Comparación de la sobrevivencia, ganancia
de peso y los costos del pre engorde de
alevines de tilapia del Nilo con y
sin una malla contra pájaros**

Santos Aguilar Rodríguez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Comparación de la sobrevivencia, ganancia de peso y los costos del pre engorde de alevines de tilapia del Nilo con y sin una malla contra pájaros

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Santos Aguilar Rodríguez

Honduras
Noviembre, 2013

Comparación de la sobrevivencia, ganancia de peso y los costos del pre engorde de alevines de tilapia del Nilo con y sin una malla contra pájaros

Presentado por:

Santos Aguilar Rodríguez

Aprobado:

Daniel Meyer, Ph.D.
Asesor principal

Renan Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Isidro Matamoros, PhD. D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Comparación de la sobrevivencia, ganancia de peso y los costos del pre engorde de alevines de tilapia del Nilo con y sin una malla contra pájaros

Santos Aguilar Rodríguez

Resumen: El objetivo de este estudio fue comparar la sobrevivencia, ganancia de peso y los costos del pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en tanques con o sin una malla contra pájaros. Cada tanque circular es de 12.4 m de diámetro y 1.20 m de profundidad, revestido completamente con geo membrana de 1.00 mm de espesor. Se sembró un total de 4500 alevines en cada uno de dos tanques en ciclos de 30 días, repetidos tres veces en el tiempo. Los alevines tenían un promedio inicial de 0.25 g. Al finalizar cada ciclo se calculó la sobrevivencia, producción neta y ganancia de peso de los peces de cada tanque. El diseño del ensayo consistió en dos tratamientos (tanque con o sin malla contra pájaros) y tres replicas en el tiempo. Se realizó un ANDEVA de una vía de los resultados de sobrevivencia, ganancia de peso y producción de los alevines de los dos manejos. Se realizó una comparación de los costos de producción con ambos manejos y un análisis de sensibilidad entre la sobrevivencia y los costos de producir 1000 alevines. La mayor sobrevivencia y biomasa final por tanque se lograron manejando los peces con una malla contra pájaros. Las variables ganancia de peso y peso final promedio por pez fueron similares entre los dos manejos. Económicamente resulta más atractivo pre engordar alevines de tilapia utilizando una malla contra pájaros. Según el análisis de sensibilidad, a medida que se aumenta la sobrevivencia, los costos de producir mil alevines se reducen.

Palabras clave: Crianza de peces, depredación por aves, *Oreochromis niloticus*, piscicultura.

Abstract: The aim of this study was to compare the survival, weight gain and costs of pre fattening Nile tilapia fingerlings in tanks with or without bird netting. Each circular tank is 12.4 m in diameter and 1.20 m deep, fully lined with geo membrane 1.00 mm thick. A total of 4500 fry were placed in each of two tanks in 30-day cycles, with three repetitions in time. The fry had an initial average weight of 0.25 g. At the end of each cycle the survival, net production and weight gain of the fish in each tank was calculated. The trial design consisted of two treatments (with or without a bird net in the tank) and three replicates in time. A one-way ANOVA was performed on the results of survival, weight gain and fry production with both managements. A comparison of the production costs with and without the bird netting and a sensitivity analysis between the survival rate and costs of producing 1000 fry were done. Survival and final biomass of fry was greater using the bird netting. Net individual weight gain and average final weight per fish were similar between the two management schemes. Economically it is more attractive to pre fatten tilapia fry using bird netting. According to the sensitivity analysis, as survival increases, the costs of producing a thousand fingerlings are reduced.

Keywords: Fish breeding, bird predation, fish farming, *Oreochromis niloticus*.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES.....	17
6. LITERATURA CITADA.....	18

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Resumen del monitoreo de la calidad del agua en dos tanques circulares de geo membrana usados para el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo durante los meses de junio a septiembre de 2013 en Zamorano, Honduras.	5
2. Inventario de especies de aves depredadoras de alevines en tanques de 12.4 m × 1.20 m de capacidad, recubierto de geo membrana, en el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en ciclos de 90 días de duración en Zamorano, Honduras, 2013.	10
3. Resultados de la producción de alevines de tilapia del Nilo con dos manejos en tanques con capacidad de 12.4 m × 1.20 m para tres repeticiones de 30 días duración cada una, en Zamorano, Honduras, 2013. Cada tanque fue sembrado con 4500 alevines con peso promedio inicial entre 0.2 a 0.3 g.....	12
4. Comparación de varios indicadores de eficiencia para el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo con dos manejos en tanques de geo membrana de 12.4 m × 1.20 m cada uno. Cada tanque fue sembrado con 4500 alevines con peso promedio inicial de 0.2 a 0.3 g en ciclos de 30 días.	12
5. Comparación económica de dos manejos para el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en tanques circulares revestidos con geo membrana de 12.4 m × 1.20 m de capacidad. (Todos los valores están en US dólares para un ciclo de producción de 30 días). Se utilizó el valor de US\$ 1.00 = Lempiras 20.50 al cambio oficial para Octubre de 2013.....	14
6. Análisis de sensibilidad entre la sobrevivencia y costos de producir alevines de tilapia del Nilo con dos manejos. Los datos son para pre engordar 4500 alevines en tanques con capacidad de 12.4 m × 1.20 m, revestidos de geo membrana durante ciclos de 30 días.....	15

Figuras	Página
1. Resumen de temperaturas diarias de las tres repeticiones durante el ensayo de pre engorde de tilapias del Nilo en dos tanques circulares de 12.4 m × 1.2 m de capacidad, revestidos con geo membrana en Zamorano, Honduras, 2013.....	6
2. Resumen de oxígeno disuelto de las tres repeticiones del ensayo de pre engorde de tilapias del Nilo en dos tanques circulares de 12.4 m × 1.20 m de capacidad, revestidos con geo membrana en Zamorano, Honduras, 2013.....	7

3. Supervivencia en el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en tanques de geo membrana con capacidad de 12.4 m × 1.20 m bajo dos manejos en tres replicas durante 90 días en Zamorano, Honduras, 2013. Los tanques fueron sembrados con 4500 alevines con peso promedio entre 0.2 a 0.3 g en ciclos de 30 días de duración. 8
4. Ganancia neta de peso en el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en tanques de geo membrana con capacidad de 12.4 m × 1.20 m en dos manejos de tres réplicas de 30 días cada una en Zamorano, Honduras, 2013..... 10

1. INTRODUCCIÓN

La producción acuícola mundial ha estado creciendo en los últimos 50 años a un ritmo de $\pm 10\%$ anual, contribuyendo al bienestar y prosperidad mundial, generando empleos y divisas importantes para algunos países. La producción pesquera mundial está estancada en 90 a 100 x 10⁶ de TM anuales. (FAO 2012).

La producción y comercialización de tilapia cultivada es importante en varios países de Latinoamérica como Honduras, Ecuador, Costa Rica, Colombia, Brasil y México. Actualmente los países de LA exportan más de 20,000 TM de filete fresco de tilapia a Norte América por un valor superior a los USD 150 x 10⁶ anualmente (USMFS 2012).

A medida que la acuicultura va tomando importancia mundialmente, los piscicultores buscan esquemas de producción más eficientes y más rentables. El uso de los abonos orgánicos ha sido comprobado como una estrategia rentable y viable en el cultivo de tilapia, debido a su fácil accesibilidad y bajos costos (Green et al. 2000).

Para lograr una buena producción al cultivar plantas o engordar animales es importante comenzar con una buena semilla o crías sanas y de calidad. La semilla de tilapia consiste en sus crías o alevines. Los alevines de tilapia de calidad son de color y tamaño uniformes, y mayormente son peces machos (Meyer y Triminio Meyer 2007).

Los productores de tilapia en Honduras prefieren comprar alevines más grandes para acortar el tiempo para su engorde y así reducir sus costos de producción (Meyer y Triminio Meyer 2007). Durante el levante o pre-engorde de los alevines de tilapia, los pájaros y varias especies de insectos depredan los peces (Nuñez. 2012).

Lagos Macías (2000) describe algunas alternativas para disminuir la depredación causada por los pájaros, con el fin de obtener una mayor cantidad de alevines al finalizar el ciclo de producción. Una de estas alternativas es el uso de una malla contra pájaros.

Los otros objetivos del estudio fueron comparar la sobrevivencia, ganancia de peso y costos del pre engorde de alevines de tilapia del Nilo con y sin una malla contra pájaros en tanques circulares de 144 m³ revestidos de plástico durante 30 días. Además se identificó las especies de aves, la frecuencia de sus visitas y el número de sus intentos para capturar peces. Se determinó el presupuesto parcial de producción con o sin el uso de una malla en cada unidad de producción usada en el pre engorde de alevines de tilapia. Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad entre la sobrevivencia y el costo de producir 1000 alevines pre engordados con o sin el uso de una malla de protección.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. El estudio se realizó en el laboratorio de acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Honduras. La EAP está ubicada en el Valle del Río Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, a 30 km al este de Tegucigalpa. El campus de la EAP se encuentra a una altura de 800 msnm, temperatura promedio de 25° C y precipitación promedio de 1100 mm.

Unidades experimentales. Se prepararon dos tanques circulares de 12.4 m de diámetro y 1.20 m de profundidad, revestido completamente con geo membrana o plástico negro de 1 mm de grosor. La pared de cada tanque es apoyada por una malla metálica, postes de metal y un cable de 3 mm de grosor templado. Cada tanque posee un tubo PVC de 20 cm de diámetro colocado en el centro de su interior utilizado como drenaje o evacuación.

En un tanque se colocó varios hilos de alambre dulce encima del agua para sostener una malla contra pájaros. Los peces en el otro tanque no tenían protección de los pájaros.

Los tanques fueron llenados con agua del Lago Monte Redondo utilizando una bomba de 7,5 cm de diámetro y motor eléctrico de 15 HP. No se realizó ningún recambio de agua, solamente se agregó más para reponer la cantidad evaporada y mantener los tanques llenos. El agua de cada tanque se fertilizó con 100 g/semana de urea (46% N).

Antes de cada siembra se vació y se lavó las paredes y piso de cada tanque eliminando la basura dejada del anterior ciclo. El agua de cada tanque recibía aireación continua por medio de ocho difusores de sílice fusionado de 5 cm de largo. Los difusores están conectados a un soplador de aire de 2.5 HP.

Los peces. Los peces utilizados en el estudio fueron tomados de los lotes manejados en el Laboratorio de Acuicultura de la EAP. Cada tanque circular fue sembrado con 4500 alevines de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) recién salidos del tratamiento con la hormona metilo testosterona.

Al drenar cada tanque los peces capturados fueron contados y colocados en una pana con agua previamente pesada (balanza marca Chatillon). Se agregaron peces a la pana hasta incrementar su peso a 1000 g para calcular así el peso promedio de los alevines.

Los alevines de tilapia fueron manejados en tres ciclos de producción 30 días de duración cada uno en tanques con o sin una malla contra pájaros.

Se ofreció a los alevines de cada tanque alimento concentrado en cuatro porciones diarias como se detalla a continuación:

- Día 1 al 7: 200 g/día concentrado para alevines con 45% PC.
- Día 8 al 15: 400 g/día concentrado con 38% PC.
- Día 16 al 30: 500 g/día de concentrado con 38% PC.

Monitoreo de la calidad del agua. Se tomó la temperatura y concentración de oxígeno disuelto en el agua dos veces al día (mañana y tarde) con un medidor electrónico marca YSI, modelo 55. Semanalmente se evaluó la transparencia del agua con un disco Secchi y se midió el pH del agua de cada tanque mediante el método colorimétrico.

Tasa específica de crecimiento. Se calculará la tasa específica de crecimiento, “specific growth rate” en inglés, por tratamiento para calcular la velocidad con que incrementan de peso por día, expresado en porcentaje. Para calcular la TSC se utiliza la siguiente fórmula:

$$TSC = \frac{[(\text{Peso final} - \text{Peso inicial})/\text{Peso inicial}] * 100}{\# \text{ Días}} \quad [1]$$

Inventario de pájaros. Se hizo un registro de la identidad de los pájaros que más frecuentaron a los tanques de producción cada domingo durante dos horas en la mañana (7:00 a 9:00) y dos por la tarde (3:00 a 5:00). También se apuntó el número de intentos para pescar alevines para cada especie.

Comparación de los costos de producción y análisis de sensibilidad. Se hizo un presupuesto parcial de los costos de producción para comparar económicamente los dos tratamientos. Los costos directos incluidos en la comparación fueron:

- alevines de tilapia del Nilo
- insumos (concentrado, urea, malla contra pájaros)
- mano de obra
- sistema de aireación
- bombeo del agua

Se utilizó un valor de \$45.00 para los costos indirectos totales. Se calculó el precio de venta de los alevines para establecer el precio de venta de equilibrio.

Se realizó una proyección de los costos de producir 1000 alevines tomando en cuenta las diferentes donde se tomó en cuenta las variaciones en la sobrevivencia de cada ensayo.

Diseño experimental y análisis estadístico. Consistió en dos tratamientos (tanque con o sin malla contra pájaros) y tres replicas en el tiempo. Se realizó un ANDEVA de una vía de los resultados de sobrevivencia, ganancia de peso y producción de los alevines de los dos manejos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad del agua son todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que afectan el bienestar del cultivo, ya sea de peces, camarones u otro tipo de organismo acuático (Meyer 2008). Los resultados del monitoreo de calidad del agua para los tres tratamientos y tres réplicas del ensayo están resumidos en el Cuadro 1.

El disco Secchi es un aparato simple usado para medir la cantidad de material en suspensión en el agua o la profundidad a la cual penetra la luz solar (Meyer *et al* 2007). A lo largo del ensayo, la distancia del disco Secchi se mantuvo en un rango de 30 a 50 cm (Cuadro1). El rango recomendado para la transparencia del agua es de 20 a 30 cm para el cultivo de tilapia (Boyd 1990).

En la primera y tercera replica se observaron niveles más bajos en cuanto a la distancia del disco Secchi en comparación con la segunda replica (Cuadro 1), esto debido a la alta precipitación durante los meses de junio y septiembre lo que provocó mayor cantidad de partículas en el agua del Lago de Monte Redondo, que es de donde se recolectó el agua para los tanques de producción, a mayor cantidad de partículas en el agua, menor es su transparencia.

La temperatura del agua tiene una relación directa con la tasa metabólica y ritmo de ganancia de peso del pez. Para cada grado C de incremento en la temperatura del agua se esperaría una aceleración en la tasa metabólica del pez de aproximadamente 10% (Green *et al.* 2000).

Los peces, camarones y otras especies acuáticas están evolucionados a vivir en ambientes que cambian de temperatura gradualmente. Estos organismos, de sangre fría, no están adaptados a cambios bruscos de temperatura (Meyer 2008). La tilapia es un pez originario de las partes tropicales de África y Medio Oriente. Su desarrollo es rápido y eficiente a temperaturas elevadas, y lento y poco eficiente en aguas frías. (Meyer y Triminio Meyer 2007).

En las tres réplicas del ensayo se observaron patrones de temperaturas del agua similares y dentro del rango óptimo para la tilapia (Figura 1). Boyd (1990) establece el rango para la temperatura del agua para el cultivo exitoso de tilapia en 25 a 32° C.

Cuadro 1. Resumen del monitoreo de la calidad del agua en dos tanques circulares de geomembrana usados para el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo durante los meses de junio a septiembre de 2013 en Zamorano, Honduras.

Parámetro	Réplica→ I 10-VI/09- VII	II 16-VII/15- VIII	III 01-IX/30-IX	Promedio general
Temp. Max (° C)	31.7	32.8	31.9	
Temp. Min. (° C)	25.0	25.2	25.0	
Temp. Prom (° C)	28.4	29.0	28.4	28.6
O ₂ Máx. (mg/L)	11.1	11.8	12.2	
O ₂ Min. (mg/L)	3.3	5.2	2.3	
O ₂ Prom. (mg/L)	7.2	8.5	7.2	7.6
DDS Max. (cm)	48	52	45	
DDS Min. (cm)	17	25	15	
DDS Prom. (cm)	32	38	30	33.6

DDS= Distancia disco Secchi.

Los peces y camarones respiran el oxígeno en solución en el agua. La cantidad de oxígeno en solución en el agua de un tanque para el cultivo de peces y en un momento dado, es el resultado de varios procesos biológicos (fotosíntesis y respiración) y uno físico (difusión).

En unidades de producción de peces manejadas con agua estancada, la mayor fuente de oxígeno en el agua proviene de la fotosíntesis de las algas. Al aumentar la fertilidad del agua de las unidades usadas para el pre engorde de peces, típicamente se observa un aumento en la cantidad de algas presente (Boyd 1990). Con una floración fuerte de algas en el agua es común observar concentraciones de oxígeno en solución por la tarde muy elevadas. En la noche esa concentración usualmente se reduce a niveles críticos para los peces (Boyd 1990).

Durante el ensayo se encontraron niveles óptimos de oxígeno en solución (Figura 2), siendo en horas de la mañana donde se observaron los niveles más bajos. Los piscicultores de tilapia buscan mantener un mínimo de 2.0 mg/L de oxígeno en solución para evitar problemas de anoxia (Coche 1982).

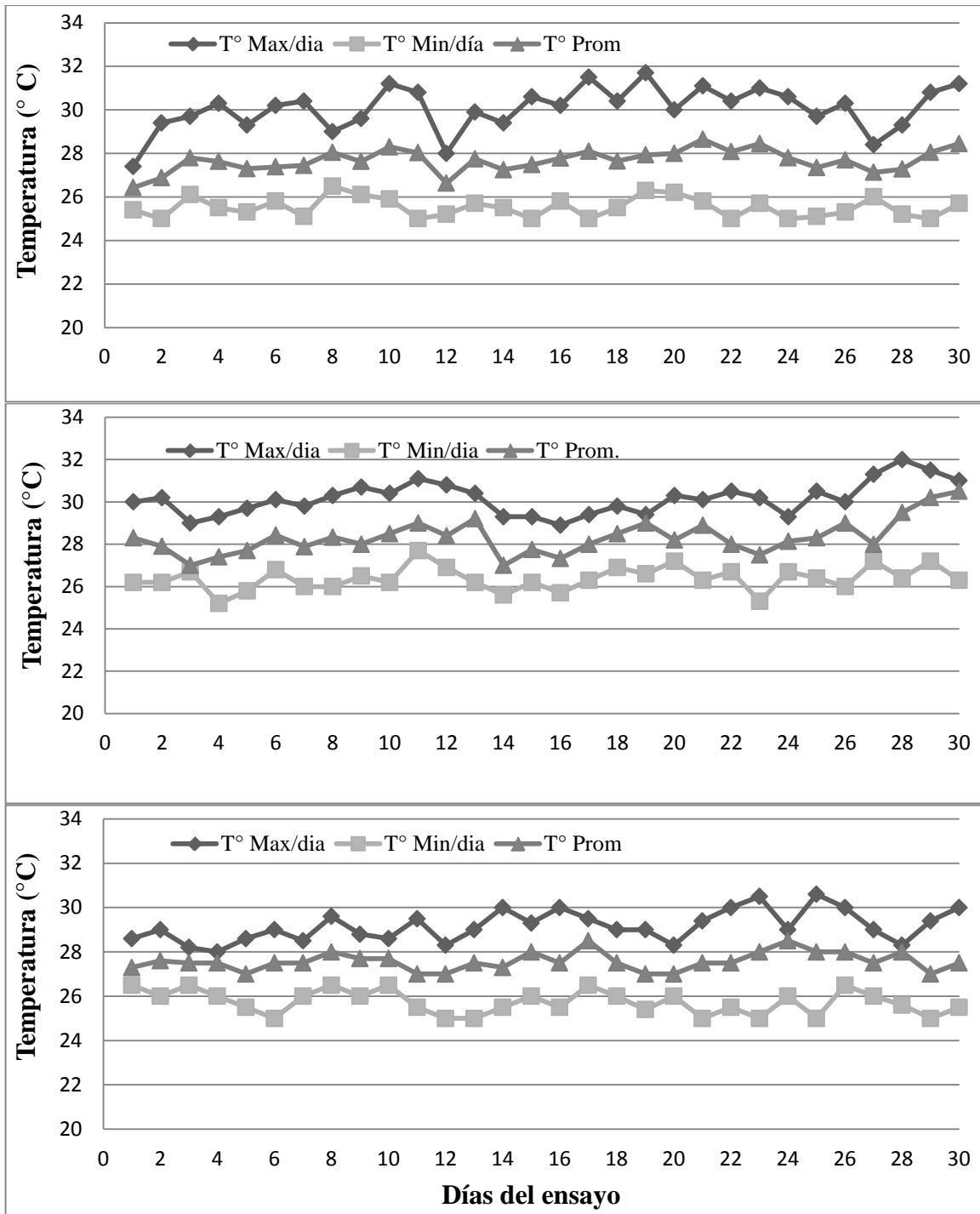


Figura 1. Resumen de temperaturas diarias de las tres repeticiones durante el ensayo de pre engorde de tilapias del Nilo en dos tanques circulares de 12.4 m × 1.2 m de capacidad, revestidos con geo membrana en Zamorano, Honduras, 2013.

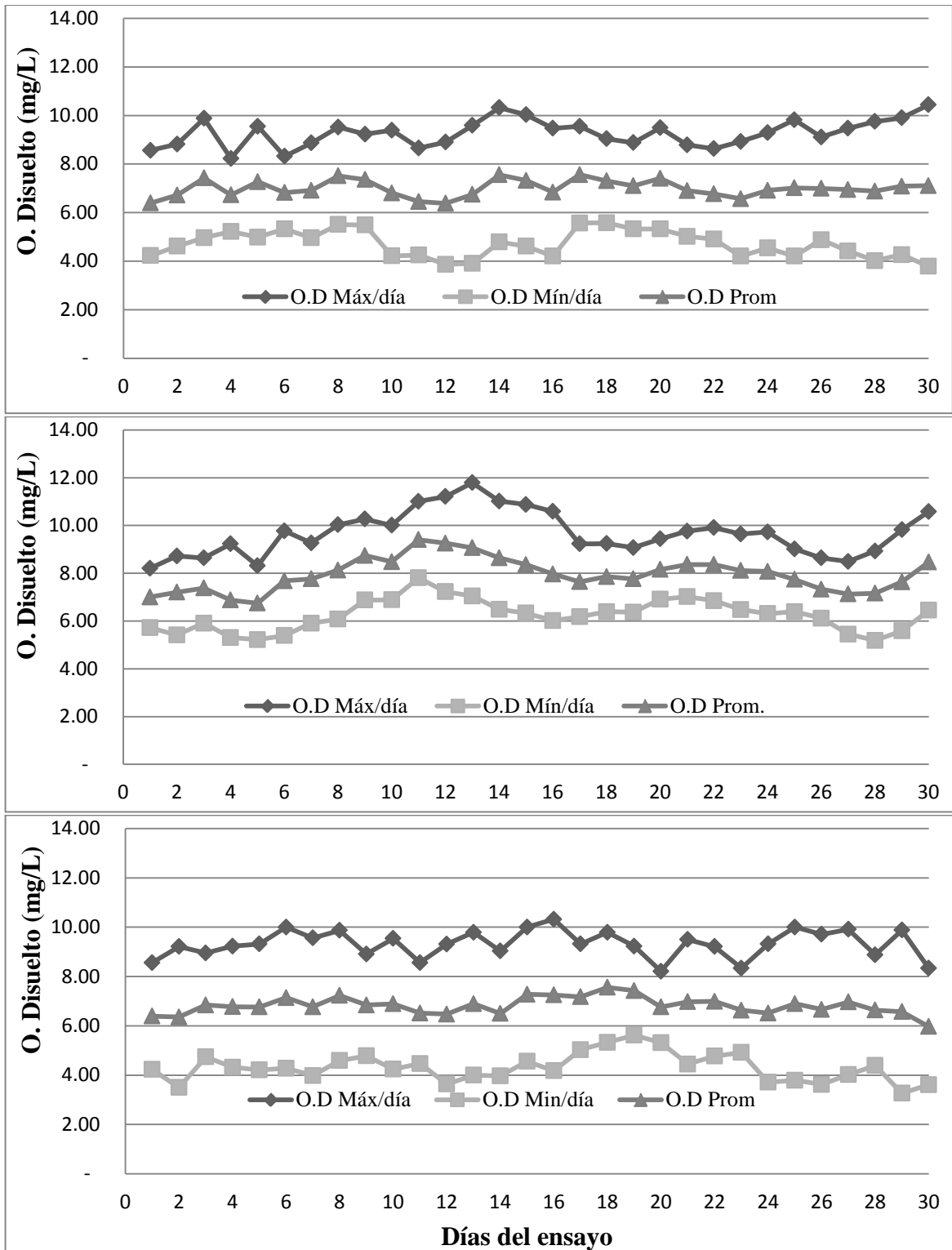


Figura 2. Resumen de oxígeno disuelto de las tres repeticiones del ensayo de pre engorde de tilapias del Nilo en dos tanques circulares de 12.4 m × 1.20 m de capacidad, revestidos con geo membrana en Zamorano, Honduras, 2013.

Pre engorde de los alevines. Una producción agrícola que comienza con una semilla de calidad tiene mejor oportunidad de terminar con un rendimiento elevado. Los alevines son la semilla que el piscicultor siembra al iniciar cada nuevo ciclo de producción. Una semilla de tilapia de buena calidad consiste en peces uniformes en color, tamaño y que son mayormente machos ($\geq 97\%$) en cada lote (Meyer y Triminio Meyer 2007).

Muchos piscicultores prefieren comprar alevines grandes para acortar el tiempo requerido para su engorde y disminuir los costos y riesgos de mortalidad. Normalmente en el mercado hondureño los alevines de tilapia son ofrecidos a la venta con un peso promedio entre 0.2 – 0.5 g (Meyer y Triminio Meyer 2007).

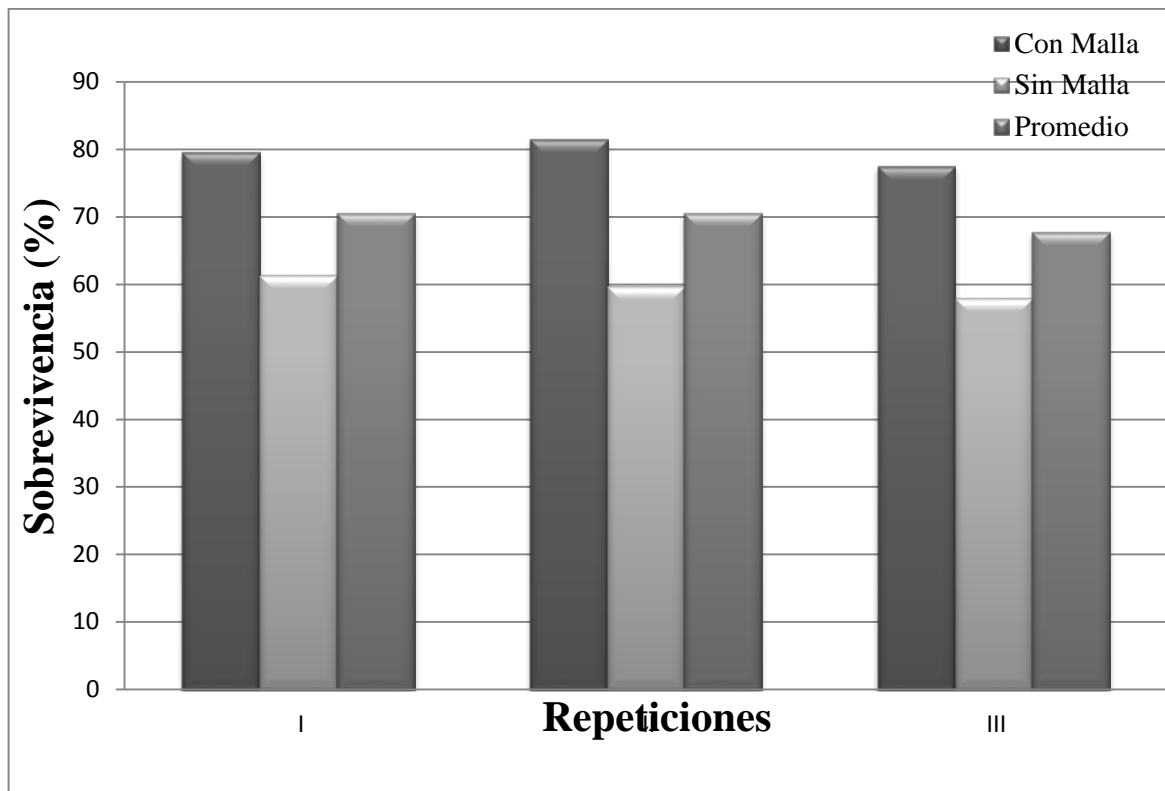


Figura 3. Sobrevivencia en el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en tanques de geo membrana con capacidad de 12.4 m × 1.20 m bajo dos manejos en tres replicas durante 90 días en Zamorano, Honduras, 2013. Los tanques fueron sembrados con 4500 alevines con peso promedio entre 0.2 a 0.3 g en ciclos de 30 días de duración.

Sobrevivencia. Los alevines pre engordados con la malla contra pájaros lograron una mayor sobrevivencia ($P \leq 0.05$) que los alevines sin protección (Cuadro 3). Una fracción del total de los peces murió, probablemente, debido al maltrato que sufrieron durante el conteo, transporte, manipulación y siembra en los tanques y en cada repetición del ensayo.

La mayor mortalidad de los peces observada en los tanques sin malla se atribuye, probablemente, al ataque de aves depredadoras de los alevines. En un ensayo similar realizado en la EAP, se detectó la presencia de insectos depredadores de alevines de tilapia (Nuñez Cárdenas 2012). La malla del actual ensayo con una luz de 25 mm no es considerada una barrera efectiva para estos insectos

Al finalizar cada ciclo es probable que algunos alevines fueran succionados por el tubo del drenaje al vaciar el tanque. Esta pérdida afectó los resultados de Nuñez Cardenas (2012).

Se espera una mortalidad por manipuleo de los alevines (longitud de ≤ 11 mm) empezando su proceso de reversión sexual de 5 a 15% (Popma y Green, 1990). En ensayos realizados en Zamorano con el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo, se han logrado sobrevivencias de 63 a 90% (Salinas Granados 2003; Suazo Zepeda 2002 y Trejo Ortega 2002).

Durante el monitoreo realizado cada domingo del ensayo se encontró la presencia de varias especies de aves depredadoras de alevines en el área de los tanques. Estas especies incluían al pecho amarillo, el Martín pescador y el zanate (Cuadro 2).

Estas aves depredan los alevines principalmente cuando se alimentan en horas cuando no hay ruido, ni presencia de humanos. Su depredación es más fuerte durante la semana después de la siembra. Ejemplares de pecho amarillo fueron observados más frecuentemente en el área y haciendo más intentos de pesca que las otras especies.

Cuadro 2. Inventario de especies de aves depredadoras de alevines en tanques de 12.4 m × 1.20 m de capacidad, recubierto de geo membrana, en el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en ciclos de 90 días de duración en Zamorano, Honduras, 2013.

Especie	Promedio del N° de visitas/día	Promedio del N° de intentos para pescar alevines
Pecho Amarillo (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	12	14
Zanate (<i>Quiscalus mexicanun</i>)	7	5
Martin Pescador (<i>Chloroceryle americana</i>)	3	8

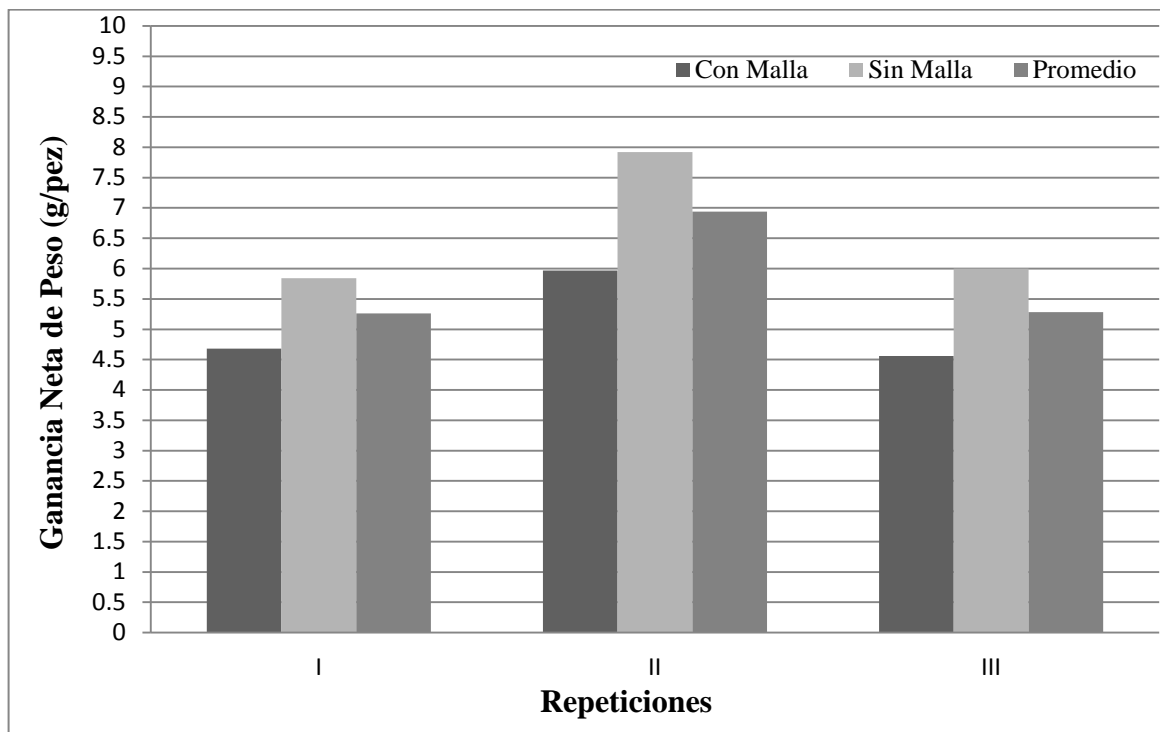


Figura 4. Ganancia neta de peso en el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en tanques de geo membrana con capacidad de 12.4 m × 1.20 m en dos manejos de tres réplicas de 30 días cada una en Zamorano, Honduras, 2013.

Producción de alevines. La ganancia neta de peso estuvo en un rango de 4.5 a 8.0 g (Figura 4), los cuales son datos superiores a los obtenidos por Green (2006) que presentó rangos de ganancia neta de peso entre 1.9 a 4.5 g, bajo condiciones ideales de temperaturas y calidad del alimento.

No se encontró diferencia significativa en el peso promedio final y la ganancia diaria de peso entre ambos tratamientos. La producción neta por ciclo fue más sobresaliente en los tanques con malla contra pájaros (Cuadro 3).

Indicadores de eficiencia. La tasa específica de crecimiento (TSC) representa la velocidad con que un animal incrementa su peso/día expresado como un porcentaje de su peso corporal inicial. Para los alevines de ambos tratamientos se obtuvieron valores para SGR elevados (Cuadro 4).

Los alevines manejados con y sin una malla presentaron ICA's muy bajos y estadísticamente similares (Cuadro 4). Se lograron valores parecidos de ICA para alevines pre engordado con diferentes manejos en ensayos previos realizados en la EAP (Nuñez Cárdenas 2012).

Obtener un ICA menor a 1.00 es termodinámicamente imposible (Cuadro 3). La tilapia tiene hábitos alimenticios muy amplios. Por eso es un pez muy popular entre los piscicultores del mundo. La tilapia consume, además del concentrado, sus propias heces, microorganismos, hojas de plantas caídas al agua y cual quiera otra materia orgánica para satisfacer su apetito.

En el actual ensayo la densidad de siembra inicial se calculó en 32 peces/m³ de agua en los tanques. En fincas de producción comercial siembran hasta 8000 alevines/m³ de agua durante el proceso de reversión sexual en pilas de 24 m³ de capacidad (Saenz Vasquez 2013). A una menor densidad de siembra cada animal tiende a aumentar su peso más rápidamente.

No se encontró diferencias significativas en el aumento diario de biomasa entre los dos manejos. Los alevines pre engordados con la malla contra pájaros, presentaron una mayor biomasa final por tanque ($P \leq 0.05$) que los alevines manejados sin malla (Cuadro 4).

Cuadro 3. Resultados de la producción de alevines de tilapia del Nilo con dos manejos en tanques con capacidad de 12.4 m × 1.20 m para tres repeticiones de 30 días duración cada una, en Zamorano, Honduras, 2013. Cada tanque fue sembrado con 4500 alevines con peso promedio inicial entre 0.2 a 0.3 g.

Manejo	Peso Promedio Inicial (g)	Peso Promedio Final (g)	GDP (mg/pez/día)	Sobrevivencia (%)
Con Malla	0.25	5.1±0.8	162±25.4	79.5a±1.9
Sin Malla	0.25	6.6±1.2	211±38.2	59.7b±1.7

Los promedios en la misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo al ANDEVA y prueba de Duncan al $P \leq 0.05$.
 GDP = Ganancia diaria de peso
 SV = sobrevivencia

Cuadro 4. Comparación de varios indicadores de eficiencia para el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo con dos manejos en tanques de geo membrana de 12.4 m × 1.20 m cada uno. Cada tanque fue sembrado con 4500 alevines con peso promedio inicial de 0.2 a 0.3 g en ciclos de 30 días.

Tratamientos	SGR (%/día)	ICA	Aumento biomasa (g/día)	Biomasa final (kg/tanque)
Con Malla	50	0.70	193	18.3a
Sin Malla	47	0.72	184	17.7b

Los promedios en la misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo al ANDEVA y prueba de Duncan al $P \leq 0.05$.
 SGR= Tasa específica de crecimiento (siglas en inglés)
 ICA= Índice de conversión alimenticia

Presupuesto parcial de costos. Para organizar el presupuesto se utilizó sobrevivencias de los alevines de 80 y 60% para los manejos con malla y sin malla, respectivamente.

Como costos directos, se estimó el costo total de instalar la malla contra pájaros en un tanque, incluyendo el valor de los materiales y la mano de obra. Se utilizó el valor de US\$4.72 para producir 1000 alevines machos de tilapia del Nilo en Zamorano. Estos peces machos tenían pesos promedios finales en el rango de 0.20 a 0.30 g (Meyer y Meyer Triminio 2007). Para el costo de los concentrados se utilizó información proveniente del fabricante. El precio de urea fue proporcionado por la oficina de compra de la EAP.

El valor de la mano de obra fue estimada en base al salario mínimo actual en Honduras de aproximadamente \$353/mes para los trabajadores de campo. El valor de la energía eléctrica en honduras actualmente está alrededor de USD 0.15/kW-h.

Se estimaron los costos indirectos asignándole un valor a cada tanque instalado de USD 5000.00 y vida útil de 10 años. Además se asignó un valor simbólico de USD 5.00/mes por la depreciación de los equipos y motores usados en el manejo rutinario de estos tanques.

Según la comparación de los costos y tomando en cuenta la sobrevivencia general obtenida en cada manejo, resulta más favorable pre engordar alevines utilizando una malla de protección contra pájaros (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación económica de dos manejos para el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo en tanques circulares revestidos con geo membrana de 12.4 m × 1.20 m de capacidad. (Todos los valores están en US dólares para un ciclo de producción de 30 días). Se utilizó el valor de US\$ 1.00 = Lempiras 20.50 al cambio oficial para Octubre de 2013.

			Manejos			
			Con Malla		Sin Malla	
Descripción	Unidad	USD/Unidad	Cantidad	Total (\$)	Cantidad	Total (\$)
Ingresos:						
Alevines (X de 5 a 7 g)	c.u.	0.07	3600	252.00	2700	189.00
Costos Directos:						
Alevines	1000	4.72	4500	21.24	4500	21.24
Malla Contra Pájaros	m ²	0.70	120	2.10	---	---
Alimento	kg	0.97	12.48	12.50	12.48	12.50
Mano de Obra	Hora-hombre	2.03	20	40.60	15	30.45
Electricidad (bomba+ aireación)	Kw-h	0.08	725	58.00	725	58.00
	Total			134.42		122.17
Costos Indirectos:						
	Total	45.00		45.00		45.00
Costo Total Estimado:				179.42		167.17
Costo de Producción/1000 alevines:				49.83		62.00
Precio de Equilibrio:				0.049		0.062
Ingresos netos: I-CT				72.78		21.83
Ganancia como % de los CT				40.5%		13.0%

Análisis de sensibilidad. Para hacer más eficiente la producción piscícola, un factor importante es lograr un alto nivel de sobrevivencia de los alevines. Entre mejor es el manejo de los alevines, se esperaría una mayor sobrevivencia, y los costos de producción de los peces se reducirán. Se realizó una proyección o análisis de sensibilidad con los mismos costos de producción asumiendo diferentes porcentajes de sobrevivencia para los alevines (Cuadro 6).

El análisis de sensibilidad permite visualizar el impacto económico que tuvo la sobrevivencia de los alevines en el costo producir mil alevines con los dos manejos probados. En general en ambos manejos, al mejorar la sobrevivencia, se redujeron los costos de producción de cada mil alevines.

Cuadro 6. Análisis de sensibilidad entre la sobrevivencia y costos de producir alevines de tilapia del Nilo con dos manejos. Los datos son para pre engordar 4500 alevines en tanques con capacidad de 12.4 m × 1.20 m, revestidos de geo membrana durante ciclos de 30 días.

Tratamientos	SV (%)	Alevines a cosechar	Costo \$/1000 alevines	Precio de venta equilibrio
	75	3375	53.16	0.053
Con malla	85	3825	46.87	0.046
	90	4050	44.30	0.044
	55	2475	67.76	0.067
Sin malla	75	3375	49.69	0.049
	90	4050	41.40	0.041

4. CONCLUSIONES

- Se obtuvieron mayores niveles de sobrevivencia en las tres repeticiones del tratamiento con malla contra pájaros.
- El peso final promedio y la ganancia diaria de peso fueron similares en ambos manejos.
- Económicamente resulta más atractivo pre engordar alevines usando una malla de protección.
- Según el análisis de sensibilidad a medida que se obtiene mayores niveles de sobrevivencia los costos de la producción de alevines se reduce.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar siempre una malla contra pájaros en el pre engorde de alevines de tilapia.

6. LITERATURA CITADA

FAO. 2012. El estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 231 p.

Green, B.W., D.R. Teichert-Coddington y T.R. Hansen. 2000. Desarrollo de Tecnologías de Acuicultura Semi-Intensiva en Honduras. Series para la Investigación y Desarrollo Número 45, Centro Internacional para la Acuicultura y Medio Ambientes Acuáticos, Universidad de Auburn, Alabama, USA.

Lagos Macías, H.M. 2000. Comparación de la sobrevivencia y crecimiento de dos líneas de tilapia cultivadas bajo dos sistemas de manejo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 34p

Meyer, D.E. y S. Triminio Meyer. 2007. Reproducción y cría de alevines de tilapia: manual práctico. Aquaculture Collaborative Research Support Program, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.

Núñez Cárdenas, C.S. 2012. Comparación del uso de gallinaza + urea, desperdicios del engorde de peses en jaulas y alimento concentrado para el pre engorde de alevines de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 21p

Pennak, R.W. 1978. Fresh-Water Invertebrates of the United States, Second Edition. John Wiley & Sons. New York, USA. pp. 36-62

Saenz Vasquez, D.J. 2013. Comparación de la sobrevivencia de tilapia en agua fertilizada con una relación carbono: nitrógeno de 9, 16 y 23. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 23p

Salinas Granados, A.M. 2003. Comparación del manejo intensivo e integrado en el pre engorde de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 24p

Suazo Zepeda, A.A. 2002. Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque integrado con cerdos. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 19p

Trejo Ortega, R.A. 2002. Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque bajo un manejo intensivo. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. pp 15-17

United States Marine Fisheries Service (USMFS). 2012. Information on the importation of fish and other seafood. Department of the Interior, Federal Government of the USA, Washington, D.C., USA.