

**Evaluación del uso de cubierta de plásticos en  
estanques para pre-engorde de tilapia  
(*Oreochromis niloticus*) en Zamorano,  
Honduras**

**Belarmino Esquivel Menéndez**

**ZAMORANO**  
Carrera Ciencia y Producción Agropecuaria  
Diciembre 2001

**Evaluación del uso de cubierta de plásticos en  
estanques para pre-engorde de tilapia  
(*Oreochromis niloticus*) en Zamorano,  
Honduras**

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

presentado por

**Belarmino Esquivel Menéndez**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre 2001

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

---

Belarmino Esquivel

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2001

# **Evaluación del uso de cubierta de plásticos en estanques para pre-engorde de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Zamorano, Honduras**

presentado por

Belarmino Esquivel

Aprobada:

---

Daniel Meyer, Ph.D.  
Asesor Principal

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Coordinador PIA

---

Isidro Matamoros Ph.D.  
Asesor

---

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

---

Carla Garcés, M.Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Coordinador de Area Temática

---

Keith Andrews, Ph.D.  
Director

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso, que me regalo la vida y la oportunidad de poder estudiar en Zamorano, y que en los momentos más difíciles me dio su mano y me concedió el don de salir adelante. A la virgen maría por cuidar siempre de mí.

A mis padres Eleodoro Esquivel y María Esquivel, por ser unos padres ejemplares, que me enseñaron el camino del éxito, el apoyo y amor incondicional que me brindaron, un millón de gracias, los amo.

A mis hermanos y amigos: Francisco, Jesús, Magda, Aura, Lourdes, Rocael, Dennis, Waldir, Iris, Linda y Anthony por darme apoyo, compañía y mucha alegría, los quiero mucho.

A toda la comunidad de Santa Cruz que de una forma u otra me han brindado su ayuda para desempeñarme profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Meyer como su esposa Suyapa de Meyer, por el apoyo y la amistad que me brindaron para poder terminar mis estudios.

A Adonis Galindo, Ricardo Garcés, Thomas y Sandy que colaboraron conmigo durante todo el tiempo de mi experimento.

A mis amigos Mauricio Ballesteros, Rene Mendoza, Susana Sierra, Ramón Reyes, Carlos Salgado, Sonia Estrella, Matilde Luna, Héctor Cuestas, y David Galarza por su apoyo, compañía y consejos durante mi último año y por los buenos y malos momentos que disfrutamos juntos.

A todos aquellos compañeros que en algún momento me brindaron su ayuda.

A la Carrera de Ciencia y Producción por todos los servicios brindados y la formación académica que recibí.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

En especial a mis padres por su aporte económico para poder financiar mis estudios del programa de Agrónomo y de Ingeniería Agronómica.

A John McCall por haber financiado gran parte de mis estudios de Ingeniería Agronómica.

A “Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program”. con financiamiento de la USAID en Washington, D.C., USA. por haber financiado parte de mis estudios de Ingeniería Agronómica.

A Dr. Rosita Arvigo por haber financiado parte de mis estudios del programa de Agrónomo.

A la Fundación Kellogs por haber financiado gran parte de mis estudios del programa de Agrónomo.

Al Zamorano y Paul Stuffkens por darme la oportunidad de trabajar en el Centro de Idiomas.

## RESUMEN

Esquivel, B. 2001. Evaluación del uso de cubierta de plásticos en estanques para pre-  
engorde de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Zamorano, Honduras. 16p.

Uno de los factores que más afecta el crecimiento de los alevines es la temperatura del agua. El objetivo de este ensayo fue evaluar dos tipos de cubierta de plástico para el crecimiento de alevines de tilapia del Nilo. La duración del ensayo fue de 60 días. Se utilizaron seis estanques de 200 m<sup>2</sup> y en cada uno se sembraron 1125 alevines de 1.5g peso promedio. Dos estanques fueron cubiertos con plástico local, dos con importado y dos con malla contra pájaros. Se muestreó cada 15 días para evaluar el crecimiento de los peces, se llevó el registro diariamente la temperatura del agua, oxígeno; y cada semana se determinó el pH y amoníaco en solución. Entre coberturas se encontró diferencias significativas para temperatura del agua y ganancia de peso y las coberturas importadas y nacionales elevaron la temperatura del agua en un 10 y 6 %, respectivamente. Con respecto al testigo (P=0.05) hubo un incremento en la ganancia de peso de 38 y 15% para el plástico importado y nacional (P=0.05). Esta diferencia se atribuye a la eficiencia metabólica del pez por encontrarse en su rango óptimo de temperatura. Por medio de un análisis económico se demostró que el plástico importado aporta mayores utilidades, seguido por la malla protectora y por último el plástico local. Por tanto, el uso de coberturas sí incrementa la ganancia de peso, asociada a un incremento de temperatura. Sin embargo, económicamente resulta más rentable usar plástico importado. Otra ventaja es que su vida útil es mayor, comparado con los otros tratamientos. Con este material se obtuvieron los mejores resultados en ganancia de peso y sobrevivencia, lo que se traduce en mejores ingresos. Se recomienda evaluar otro tipo de coberturas y su viabilidad económica así como la validación de este estudio en la época seca.

**Palabras claves:** Alevines, malla contra pájaros, tilapia niloticus.

## NOTA DE PRENSA

### **El uso de cubiertas de plástico, una alternativa para mejorar el crecimiento de la tilapia.**

Las tilapias son peces tropicales que su crecimiento y reproducción es afectado por la temperatura del agua donde se desarrollan. Una alternativa para controlar la temperatura del agua en estanques para pre-engorde de tilapia es el uso de cubiertas de plástico. La cubierta de plástico capta el calor durante las horas calientes del día y retiene el calor durante las horas más frías de la noche. Otra ventaja del uso de las cubiertas de plástico es que se reducen considerablemente la depredación de los peces por las aves, incrementando así el porcentaje de sobrevivencia.

El estudio se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano, durante 60 días, entre los meses de julio a septiembre. La densidad utilizada fue de cinco alevines por metro cuadrado. Se utilizaron tres tipos de coberturas en los estanques: plástico importado, local y malla contra pájaros. Los mejores resultados se obtuvieron con el plástico importado tanto en sobrevivencia como en ganancia de pesos; los alevines de mayor tamaño se cosecharon con este tipo de cobertura, alevines de 45 gramos en promedio, con un porcentaje de sobrevivencia del 86%.

En el ensayo también se utilizó malla contra pájaros en la cual se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia de 73% y el tamaño de los alevines cosechados fue de 33 gramos en promedio. Con el plástico local los resultados fueron de 76% de sobrevivencia y los alevines cosechados fueron de 38 gramos en promedio. Desde el punto de vista económico la alternativa que permitió mejores ingresos fue la del plástico importado, seguida por la malla contra pájaros y por último plástico local.

---

Licda. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
<b>2. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO.....	3
2.2 PREPARACIÓN DE LOS PLÁSTICOS.....	3
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	3
2.4 MANEJO DE LOS PECES.....	4
2.5 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	4
2.6 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	5
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>6</b>
3.1 CALIDAD DEL AGUA.....	6
3.1.1 Oxígeno.....	6
3.1.2 Turbidez.....	6
3.1.3 Temperatura.....	7
3.1.4 Temperatura a.m y p.m.....	7
3.1.5 Los peces.....	9
3.2 CRECIMIENTO.....	10
3.3 TEMPERATURA Y GANANCIA DE PESO.....	10
3.4 ANALISIS ECONOMICO.....	10
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>15</b>

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1	Características de los materiales utilizados para coberturas de estanques en Zamorano..... .....	4
2	Valores promedios, máximos y mínimos de la calidad del agua para varios parámetros del agua en los estanques cubiertos con plástico y malla contra pájaros en Zamorano, 2001.....	7
3	Crecimiento y producción de los peces usando diferentes tipos de cobertura durante los 60 días del cultivo (julio – septiembre de 2001).....	9
4	Temperatura promedio del agua en °C en los estanques de alevines de tilapia en Zamorano, julio a septiembre del 2001.....	1 2
5	Utilidades estimadas del pre-engorde de alevines de tilapia en estanques de 200m <sup>2</sup> Zamorano..... .....	1 2

**INDICE DE FIGURAS**

## FIGURA

1	Temperatura diaria del agua en la mañana en estanques cubiertos con plástico y malla contra pájaros, julio y septiembre de 2001, Zamorano.....	8
2	Temperatura diaria del agua en la tarde en estanques cubiertos con plástico y malla contra pájaros, julio y septiembre de 2001, Zamorano.....	8
3	Crecimiento de los peces durante los 60 días de cultivo (julio-septiembre, 2001).....	10
4	Relación entre la temperatura promedio del agua y la tasa de crecimiento de los alevines de tilapia, julio y septiembre de 2001.....	11

## 1. INTRODUCCION

Actualmente se cultiva la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) comercialmente en más de 65 países, estando la mayoría de éstos situados en los trópicos y subtrópicos. Los productores hondureños de tilapia exportaron 792 TM de filete a los Estados Unidos durante 1999, esto representa un incremento de 56% sobre la cantidad exportada en el año 1998 (Neira *et al.*, 2001).

Existen alrededor de 100 especies de tilapias originarias de Africa. La especie más popular para su cultivo en Honduras es *O. niloticus*. La tilapia se alimenta a base de algas, materia orgánica en descomposición y plancton, y se adaptan fácilmente al consumo del alimento balanceado en forma de pastillas o pellets. (Popma y Green, 1990). Este pez crece rápidamente y es eficiente en la filtración de algas del agua para su alimentación (Popma, 2000; citado por Quan, 2000).

El rango óptimo de temperatura del agua para el cultivo de la tilapia es entre 25 y 30 °C. Son peces sensibles a bajas temperaturas, con límite de 9 a 13°C (Hepher y Pruginin, 1993). No es recomendable cultivarla en regiones donde las temperaturas sean menores a 15°C. Las tilapias dejan de reproducirse y tienen un ritmo lento de crecimiento a temperaturas por debajo de 20°C (Behrends, 1996; Torrans, 1998). A temperaturas entre 16 y 22°C, híbridos de tilapia ganaron 0.63 g/pez/día en una prueba de 151 días, durante el invierno en la parte central de Arabia Saudita (Siddiqui *et al.*, 1993).

Una alternativa para controlar la temperatura del agua en estanques para la producción de peces es cubrirlos con plástico. La cubierta de plástico capta calor en las horas del día y retiene calor durante la noche. Otra ventaja de las coberturas de plástico es que se reduce considerablemente la depredación de los peces por las aves.

Al cubrir los estanques con plástico hay costos adicionales que deben analizarse antes de hacer la inversión. La instalación de una cubierta de plástico es económicamente factible solamente en estanques de área reducida.

Para lograr controlar la temperatura del agua, significa costos adicionales para la producción de peces. Estos costos adicionales deberían ser compensados con una mejor producción. En la economía existen varios tipos de análisis para evaluar si se justifica o no el uso de una tecnología en los procesos de producción.

Es necesario calcular los costos de producción para la utilización de las cubiertas de plástico. Se identifican los costos directos que son todos aquellos materiales que son físicamente identificados como una parte de los productos terminados. Estos pueden ser asignados a los productos terminados de una manera económicamente factible (Horngren, 1988).

La mano de obra directa se carga directamente a trabajos en procesos, mientras que la mano de obra indirecta se convierte en parte de los costos indirectos de fabricación. Hay muchas clases de mano de obra indirecta como por ejemplo, supervisión, mantenimiento, contabilidad de costos. Es importante señalar que la definición de mano de obra directa o indirecta puede depender de la definición de la gerencia (Backer y Jacobsen, 1967).

El costo representa un sacrificio de valores. El costo inicial de un activo o servicio adquirido se refleja en el desembolso del dinero en efectivo u otros valores, o sea, pasivo incurrido (Backer y Jacobsen, 1967).

Los costos variables y los costos fijos son usualmente definidos en términos de como un costo total cambia con relación a las fluctuaciones en la cantidad de alguna actividad seleccionada (Horngren,1988). Los costos variables son aquellos cuyo valor cambia en proporción directa con los cambios en volúmenes o en el nivel de actividad. Se consideran generalmente como costos variables: los materiales y la mano de obra directa (Cashin y Polimen, 1990).

Los costos también pueden ser directos o indirectos. Un costo directo es aquel que puede identificarse directamente con un proceso, producto, trabajo, o cualquier otra sección del negocio. Un costo indirecto es el que no puede atribuirse directamente a estas secciones del negocio. Un costo que es directo para una sección puede ser indirecto para la otra (Backer y Jacobsen, 1967).

### **1.1 OBJETIVOS:**

1. Comparar la temperatura del agua en estanques cubiertos con plásticos y estanques descubiertos.
2. Evaluar los parámetros de la calidad del agua y ganancia de peso de los peces en estanques cubiertos o no cubiertos con plástico.
3. Comparar la utilidad de producir alevines de tilapia en estanque de 200 metros cuadrados de área superficial con plástico para invernadero (importado), lamina de plástico obtenido localmente y malla contra pájaros.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 LOCALIZACION

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, ubicado a 30 Km. al sureste de Tegucigalpa. Zamorano se encuentra a una altura de 800 msnm. y tiene una precipitación promedio anual de 1105 milímetros y una temperatura promedio anual de 24°C. El estudio se hizo durante los meses de julio a septiembre del 2001.

### 2.2 PREPARACION DE LOS PLASTICOS

Debido a que los plásticos no eran lo suficientemente grandes para cubrir cada estanque, se procedió a unirlos con cinta adhesiva, reforzando las uniones con cáñamo empleando una máquina para costurar sacos. Una vez listos los plásticos con las medidas adecuadas, se procedió a instalarlos sobre los respectivos estanques. Estos ya estaban acondicionados con estacas de madera y el cordel para sostener el plástico sobre los estanques.

### 2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron seis estanques, cada uno de 10 metros de ancho por 20 metros de largo. El estudio constó de tres tratamientos, con dos  $\square$ álisis experimentales por tratamiento, el ensayo duró 60 días. Los peces fueron distribuidos en los seis estanques, con un diseño de bloques completamente al azar. Se realizó un ANDEVA para comparar las variables de temperatura a.m. y p.m. y se analizaron las ganancias de peso obtenidas en cada uno de los tratamientos. El  $\square$ álisis se hizo con el paquete estadístico "Statistical  $\square$ álisis System System" (SAS, 1996).

Los tres tratamientos probados fueron:

- 1.- **P<sub>imp</sub>**: estanques cubiertos con plástico importado.
- 2.- **P<sub>loc</sub>**: estanques cubiertos con plástico local.
- 3.- **M<sub>cp</sub>**: estanques cubiertos con malla contra pájaros.

Cuadro 1. Características de los materiales utilizados para coberturas de estanques en Zamorano.

Características/tratamientos	P <sub>imp.</sub>	P <sub>loc.</sub>	M <sub>cp.</sub>
Tamaño rollo	110'x32'	2x100 m.	4 x 19m
Valor/rollo US\$	210	83	10
Costo/m <sup>2</sup> US\$	0.88	0.83	0.3
Espesor mm.	0.05	0.08	----
	si	no	si
<b><i>Uv. Protegido</i></b>			

P<sub>imp.</sub>: plástico importado.

P<sub>loc.</sub>: plástico local.

M<sub>cp.</sub>: malla contra pájaros.

## 2.4 MANEJO DE LOS PECES

En cada estanque se sembraron 1125 alevines de tilapia del Nilo, con un peso promedio de 1.5 gramos cada uno. Se realizaron muestreos de los peces cada 15 días, en los cuales se capturó el 10% de la población. Se pesaron 100 alevines de cada estanque, los cuales eran capturados durante el muestreo con el chinchorro.

La cosecha total se hizo a los 60 días, pasando el chinchorro varias veces mientras se drenaba el estanque con la intención de sacar la mayor cantidad de alevines. Una vez drenado totalmente el estanque, se procedió a recolectar todos los alevines que quedaban en el fondo. Los alevines que se cosecharon, fueron contados y pesados por grupos. Se calculó el total de biomasa de los peces cosechado por cada estanque. Los peces fueron alimentados con concentrado molido, especial para alevines, con 30% de proteína cruda. La cantidad de alimento dado a los peces fue de 4% del peso vivo por día, dividida en dos raciones, una por la mañana y el complemento por la tarde.

## 2.5 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se evaluaron en cada tratamiento la temperatura del agua, el total de nitrógeno como amonio y amoniaco (TAN), pH y la turbidez del agua. La temperatura y la concentración de oxígeno del agua se tomó todos los días por la mañana a las 8:00 a.m. y por la tarde a las 3:00 p.m. empleando un oxigenómetro marca YSI Mod. 55. El total de nitrógeno como amonio y amoniaco (TAN) se midió con el espectrofotómetro de marca Hach DR/2000. El pH se evaluó con un pH-metro y para medir la turbidez se utilizo el disco Secchi.

## **2.6 ANALISIS ECONOMICO**

El análisis económico comenzó con la identificación y cuantificación de los costos de preparación e instalación de cada uno de los tratamientos. Se elaboraron presupuestos en los cuales se determinaron los costos variables. Para asignar el precio por kilo se tomó en cuenta el precio de Lps 33.00 por kilo, que es actualmente el precio de la tilapia en el mercado nacional.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **3.1 CALIDAD DEL AGUA**

##### **3.1.1 Oxígeno**

Los promedios de la concentración de oxígeno disuelto en el agua en los estanques cubiertos se mantuvieron por arriba de los niveles críticos para el cultivo de la tilapia (Cuadro 1). Los estanques cubiertos con los diferentes materiales probados en el ensayo presentaron similar promedios para la concentración de oxígeno disuelto en el agua. La tilapia requiere de más de 3 ppm para su crecimiento y reproducción (Wheaton, 1982).

El agua de los estanques cubiertos con el plástico importado, el plástico local y la malla contra pájaros, tenía concentraciones de oxígeno disuelto en la mañana por debajo de 1.0 ppm en tres, cuatro, y tres veces, respectivamente durante el ensayo de 60 días, pero no se observó mortalidad de los peces.

Durante las horas de la tarde el agua de todos los estanques se encontraba súper saturada con oxígeno (Cuadro 1). El agua de estos estanques, tenía una alta población de algas y reducida penetración de luz. Las algas en el agua producen oxígeno por medio de la fotosíntesis. La mayor actividad fotosintética es durante las horas de la tarde cuando la intensidad de la luz solar es más intensa. En el agua de estanques utilizados en el cultivo de peces es común observar altas concentraciones de oxígeno en solución (Boyd 1979).

La concentración de TAN detectada en el agua de todos los estanques siempre estuvo dentro del rango aceptable para el buen crecimiento y reproducción de la tilapia. La tilapia tolera hasta 2.5ppm de TAN sin presentar mortalidad (Wilson, 1991). Una concentración de amonio no ionizado en un rango de 1.5 a 1.7ppm, en agua a una temperatura de 28 a 33 °C, detiene el crecimiento de la tilapia (Egna y Boyd, 1997).

##### **3.1.2 Turbidez**

Las cubiertas de plástico no tuvieron ningún efecto importante en el desarrollo del fitoplancton y en la penetración de la luz solar en el agua de los estanques (Cuadro 1). La turbidez del agua está relacionada con las partículas suspendidas y la cantidad de algas en el agua. Con una mayor turbidez del agua, la luz solar penetra menos en ella. Una fertilidad adecuada para el cultivo de la tilapia esta en un rango de 10 a 30 cm. (Meyer y Triminio, 2001).

Cuadro 2. Valores promedios, máximos y mínimos de la calidad del agua para varios parámetros del agua en los estanques cubiertos con plástico y malla contra pájaros en Zamorano, 2001.

Parámetro	Plástico importado			Plástico local			Malla		
	Valor			Valor			Valor		
	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.
O <sub>2</sub> (ppm)	17.0	0.4	6.8	17.8	0.4	6.1	18.0	0.5	5.3
TAN (ppm)	0.8	0.5	0.6	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7
Turbidez (cm)	25.0	15.0	17.8	25.0	10.0	17.4	30.0	10.0	19.8

### 3.1.3 Temperatura

En general las cubiertas de plástico utilizadas, importado y local, lograron elevar la temperatura del agua en los estanques (Cuadro 2). La temperatura promedio del agua fue mayor ( $P < 0.05$ ) en los estanques cubiertos con el plástico importado. El promedio de la temperatura del agua en estos estanques superó en 4 y 10%, respectivamente, el promedio de temperaturas en los estanques cubiertos con el plástico local y la malla contra pájaros.

La temperatura de aguas naturales varía según las condiciones atmosféricas locales. La intensidad y la duración de la radiación solar afectan diariamente la temperatura del agua. Las cubiertas de plástico provocan un efecto de “invernadero” permitiendo pasar la luz solar y reteniendo la luz infrarrojo o calor (Ballesteros, 2001).

### 3.1.4 Temperatura a.m. y p.m.

La temperatura del agua en las horas de la mañana en los estanques con el plástico importado y local estuvo siempre dentro del rango óptimo para la tilapia (Figura 1). Durante siete días del ensayo, la temperatura del agua en los estanques cubiertos con la malla contra pájaros estaba por debajo del rango óptimo para la tilapia.

En general la temperatura promedio del agua en los estanques durante las horas de la tarde superó el promedio para las horas de la mañana (Cuadro 2, Figura 2). La temperatura del agua en la tarde en los estanques cubiertos con el plástico importado estuvo siempre arriba de los 30°C y fuera del rango óptimo para la tilapia.

Veinte y una veces, durante las tardes, se observó temperaturas del agua arriba de 30°C en los estanques cubiertos con el plástico local y el plástico importado, respectivamente. Estos resultados demuestran que una lamina de plástico ayuda a incrementar la temperatura del agua por un efecto de invernadero.

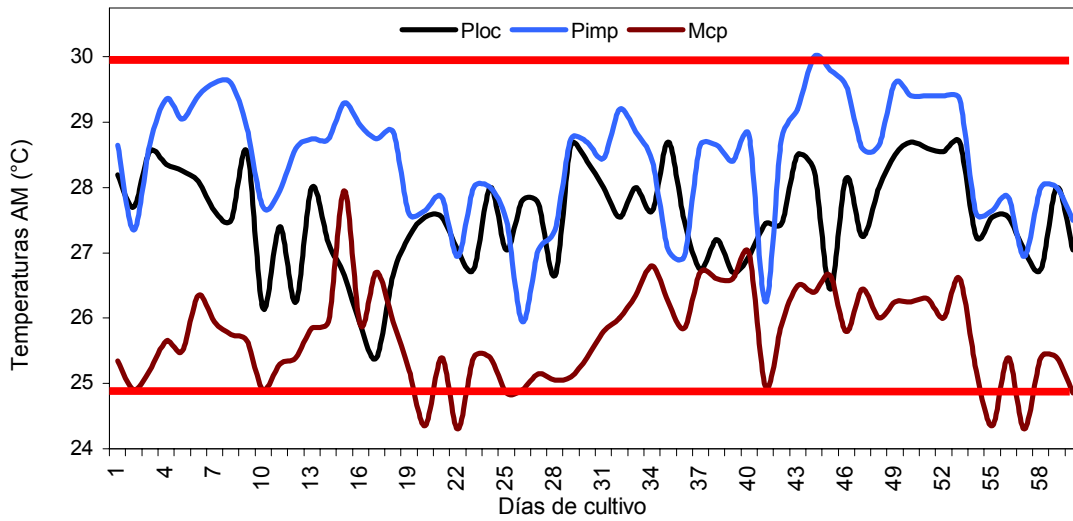


Figura 1. Temperatura diaria del agua en la mañana en estanques cubiertos con plástico y malla contra pájaros, julio y septiembre de 2001, Zamorano

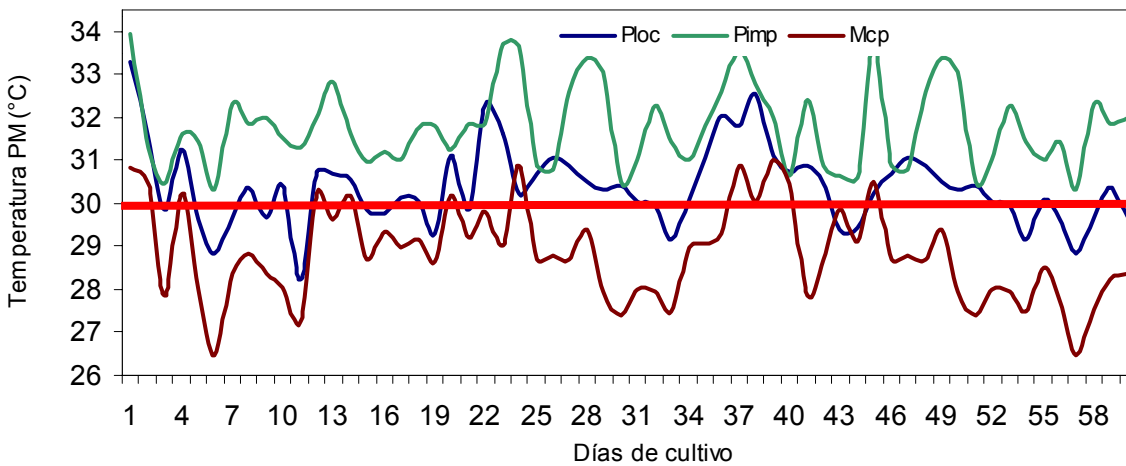


Figura 2. Temperatura diaria del agua en la tarde en estanques cubiertos con plástico y malla contra pájaros, julio y septiembre de 2001, Zamorano.

### 3.1.5 Los peces

En general la sobrevivencia de los peces fue de 79%, nivel aceptable para la fase de pre-engorde para alevines de tilapia. La sobrevivencia de los peces fue similar en todos los estanques (Cuadro 3). Estos datos son muy similares a los obtenidos en el Carao, Comayagua en donde la sobrevivencia promedio fue de 76 a 79% en estanques de 0.05 y 0.2 ha, respectivamente (Green, *et al.*, 2000).

El aumento de la temperatura del agua resultó en peces más grandes (Cuadro 3). Un aumento en la temperatura del agua acelera el metabolismo e incrementa el crecimiento de la tilapia, (Piper, *et al.*, 1989). Debido a la mayor temperatura del agua en los estanques cubiertos de plástico importado, los peces alcanzaron un peso promedio final superior ( $P = 0,05$ ) que los peces en los otros estanques. El uso del plástico importado resultó con peces con un peso promedio final superior de 18% y 35% superior, al peso promedio final obtenido en los peces cultivados bajo el plástico local y malla contra pájaros, respectivamente.

La tilapia es considerada como un organismo poiquilotérmico. Su temperatura corporal es muy dependiente de la temperatura del agua. El uso de ambos tipos de plásticos resultó en ganancias superiores ( $P = 0.05$ ) de peso por los peces, en comparación con los peces en los estanques cubiertos de malla contra pájaros

La ganancia diaria de peso fue superior ( $P = 0.05$ ) en los peces cultivados bajo el plástico importado que con los otros tipos de cobertura (Cuadro 3). El ritmo de crecimiento de los peces en los estanques cubiertos con el plástico importado fue superior en 20 y 38%, en comparación con el crecimiento de los peces en los estanques con plástico local y malla contra pájaros, respectivamente.

Al aumentar la temperatura del agua aumenta la tasa metabólica del pez. Los estanques contenían abundante alimento natural para los peces, demostrado por la penetración de luz en el agua (Cuadro 1). Entonces con abundante alimento y mayor temperatura del agua se esperaba un mayor crecimiento de los peces.

Cuadro 3. Crecimiento y producción de los peces usando diferentes tipos de cobertura durante los 60 días del cultivo (julio- Septiembre, 2001).

Variable	Sobrevivencia (%)	Peso final promedio (g)	Crecimiento (g/pez/día)
P <sub>imp</sub>	86 <sup>a</sup>	45 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>
P <sub>loc</sub>	77 <sup>a</sup>	38 <sup>b</sup>	0.61 <sup>b</sup>
M <sub>cp</sub>	73 <sup>a</sup>	33 <sup>c</sup>	0.53 <sup>c</sup>

a,b,c. Valores en una columna no seguidos por la misma letra son diferentes ( $P = 0.05$ ).

P<sub>imp</sub> =plástico importado, P<sub>loc</sub> = plástico local, M<sub>cp</sub> = Malla contra pájaros.

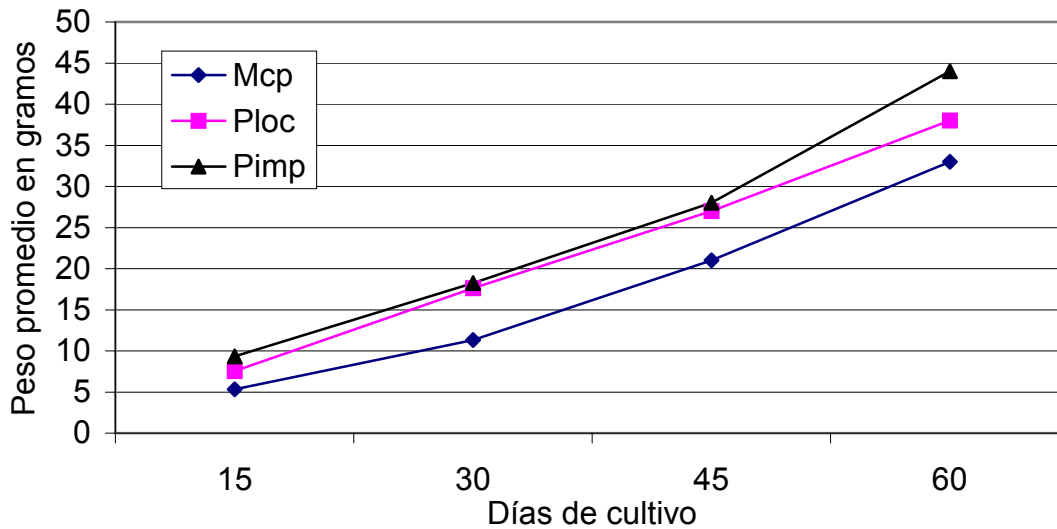


Figura 3. Crecimiento de los peces durante los 60 días de cultivo (julio-septiembre, 2001). Mcp= Malla contra pájaros, Ploc= plástico local, Pimp=plástico importado.

### 3.2. Crecimiento

Durante los primeros 45 días del cultivo el crecimiento de los peces en los estanques cubiertos con plástico importado y plástico local fueron muy similares, no así después de los últimos 15 días del experimento (Grafica 3). Esto se debió a que el plástico local se despegó y no tuvo el mismo efecto invernadero que el plástico importado. En general, todos los estanques cubiertos con lámina de plástico resultaron en peces más grande dado un aumento de la temperatura.

### 3.3. Temperatura y ganancia de peso

A mayor temperatura, mayor ganancia de peso en los alevines (Grafica 4). Este aumento se dio por un aumento del metabolismo que resultó en un mayor crecimiento de los peces. A mayor temperatura, mayor ganancia de peso de los alevines.

### 3.4 Análisis económico

El único manejo que resultó en un beneficio neto fue pre-engordando los alevines en estanques cubiertos con el plástico importado (Cuadro 1). Los manejos con los estanques cubiertos con el plástico local y malla contra pájaros resultaron económicamente en pérdidas.

En general la producción de tilapia es rentable y su cultivo ha crecido rápidamente durante los últimos años en Latino América. Los beneficios netos para el pre-engorde de alevines de tilapia pueden superar los \$13,000/ha/año

Green *et al.*, 2000). Los beneficios obtenidos en los estanques cubiertos con el plástico importado fue equivalente a \$5940/ha/año en el presente ensayo. Con una infraestructura permanente, se puede reducir los costos de producción y hacer mas rentable el pre- engorde de alevines en Zamorano.

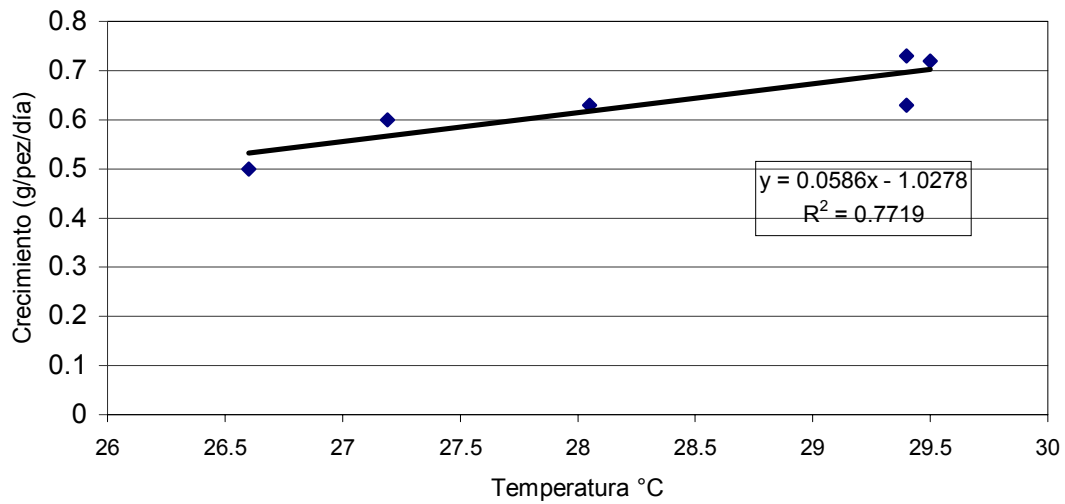


Figura 4. Relación entre el promedio de la temperatura del agua y la tasa de crecimiento de los alevines de tilapia, julio y septiembre de 2001.

Cuadro 4. Temperatura promedio del agua en los estanques de alevines de tilapia en Zamorano, julio a septiembre del 2001.

Cobertura	Promedio temperatura del agua (°C)		
	Mañana	Tarde	General
P <sub>imp</sub>	28.2 <sup>a</sup>	31.3 <sup>a</sup>	29.7 <sup>a</sup>
P <sub>loc</sub>	27.3 <sup>b</sup>	30.0 <sup>b</sup>	28.6 <sup>b</sup>
M <sub>cp</sub>	25.5 <sup>c</sup>	28.3 <sup>c</sup>	26.9 <sup>c</sup>

a,b,c. Valores en cada columna no seguidos por la misma letra son diferentes (P = 0.05).  
P<sub>imp</sub> =plástico importado, P<sub>loc</sub> = plástico local, M<sub>cp</sub> = Malla contra pájaros.

Cuadro 5. Utilidades estimadas del pre-engorde de alevines de tilapia en estanques de 200m<sup>2</sup> en Zamorano.

	P <sub>imp</sub>	P <sub>loc</sub>	M <sub>cp</sub>
Costos estimados (Lps)	1138.50	1228.50	1038.50
Precio de venta/kilo	33.00	33.00	33.00
Cantidad producida (kg)	44.00	33.00	28.00
Ingresos	1452.00	1089.00	924.00
Utilidades (Ingresos-Costos)	313.50	-139.50	-114.50

P<sub>imp</sub>: plástico importado.

P<sub>loc</sub>: plástico local.

M<sub>cp</sub>: malla contra pájaros.

#### **4. CONCLUSIONES**

El uso de ambos tipos de plástico resultó en mayores temperaturas promedio del agua en los estanques cubiertos en comparación con la temperatura del agua de los estanques con malla contra pájaros.

La mayor temperatura promedio se observó en los estanques cubiertos con plástico importado.

El tipo de cubierta no afectó la sobrevivencia de los peces.

La ganancia de peso de los peces fue relacionada con la temperatura promedio del agua en los estanques.

## **5. RECOMENDACIONES**

Validar este estudio durante la época diciembre a febrero en Zamorano.

Probar otros tipos de cubierta y evaluar su efecto en las subsiguientes etapas de crecimiento de la tilapia.

Instalar una infraestructura permanente sobre los estanques para extender la vida útil del plástico y reducir los costos de mantenimiento.

## 6. BIBLIOGRAFIA

Backer, M; Jacobsen, L. 1967. Contabilidad de costos: Un enfoque administrativo y de gerencia. New York, McGraw-Hill. 734p.

Ballesteros, M. 2001. Evaluación de la reproducción de la tilapia del Nilo en pilas cubiertas con plástico. Ing. Agrónomo. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 38p.

Behrends, L.L; Kingsley J.B. 1996. Cold tolerance in maternal mouthbrooding tilapias: heritability estimates and correlated growth responses at suboptimal temperatures, p. 257-265. In: R.S.V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J.B. Amon Kothias and D. Pauly (eds.) The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. 41, 575p.

Boyd, C.E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Agricultural Experiment Station/Auburn University, Alabama, USA. 359p.

Cashin, J; Polimen, R. 1990. Contabilidad de costos. Trad. L Guerrero. México, McGraw-Hill. 226p.

Egna, H. S.; Boyd, C. E. 1997. Dynamics of Pond Aquaculture. New York, US, CRC Press. 196p.

Green, B.W.; Coddington, D.R.; Hanson, T. R. 2000. Desarrollo de Tecnologías de Acuicultura Semi-intensiva en Honduras. Universidad de Alabama, Alabama, USA. 48p.

Hepher, B.; Pruginin, C. 1993. Nutrition of pond fishes. Trad. R Palacios. México, D.F, Editorial Limusa. 406p.

Horngren, C. 1988. Contabilidad administrativa: Introducción. CA Cuevas. Quinta edición. México, Prentice Hall. 655 p.

Meyer, D; Triminio, S. 2001. Producción de tilapia en fincas integradas: Utilizando insumos de bajo costo. El Zamorano, HN, Ideas litográficas. 37p.

Neira, I; O.; Funez; C. Engle. 2001. Honduras surveys shows potential for tilapia. Global Aquaculture Advocate 4(1):86p.

Piper, R.; McElwain, I.; Orme, L.; McCaren.J.; Fowler, L.; Leonard, J. 1989. Fish Hatchery Management. Fourth Edition. Editorial. U.S.Government Office. 517p.

Popma, T.J. ; Green, B.W 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Research and Development Series No. 35, Internacional Center for Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.

Quan, V.L. 2000. Evaluación de la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra. Ing. Agrónomo. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 18p.

SAS Institute. 1996. SAS® Userside: Statics. Version 6.12. Edition. SAS Institute Inc, Cary, NY.

Siddqui, A.Q.; Alnaljada, A.R. y Alhinty, H.M. 1993. Growth survival and production of hybrid tilapia, common carp and sharptooth catfish in mono and polyculture systems during Winter in Central Saudi Arabia. The Progressive Fish-Culturist 55: 57-59

Torrans, L. 1998. Blue Tilapia culture in Arkansas. Publication EC60-4M-4-88, University of Arkansas at Pine Bluff, Arkansas. 19p.

Wheaton, F. W. 1982. Aquaculture Engineering. Trad. V Gendrop, México, D.F. Impresora Azteca. 704p.

Wilson, R.P. 1991. Handbook of Nutrient requirements of finfish. Florida, US, CRC Press. 196p.