

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación de cubiertas de plástico
translúcido para la producción de alevines de
tilapia (*Oreochromis niloticus*)**

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

Presentado por:

Fernando Patricio Paucar Nieto

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.

Fernando Patricio Paucar Nieto

Honduras
Diciembre, 2002

**Evaluación de cubiertas de plástico translúcido para la producción de
alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*)**

presentado por

Fernando Patricio Paucar Nieto

Aprobada:

Daniel Meyer, Ph. D.
Asesor Principal

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

John Jairo Hincapié, Ph. D.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Miguel Vélez, Ph. D.
Coordinador PIA

Mario Contreras, Ph. D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios Todo Poderoso que me fortalece todo momento, que sin su divina presencia nada sería posible gracias por brindarme una familia tan buena.

A la Virgen Auxiliadora que con todo su amor de madre me guía.

A mis padres Gonzalo Paucar y Cecilia de Paucar por su apoyo en todo momento, su ejemplo, confianza, amor y comprensión, los amo con todo mi corazón.

A mis hermanos Marco, Gonzalo, Agustín y Mauricio por todo los sacrificios que tuvieron que hacer para apoyarme, son mis mejores amigos.

A mis cuñadas Jenny y Patricia por su apoyo en todo momento.

A mis abuelitos por sus oraciones y confianza aunque no pudieron ver que terminé mi carrera se que están conmigo.

A mis sobrinos Cecilia, Jesua Misrain y Andrés Danilo, se que son un regalo de Dios y la alegría del hogar.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgencita Auxiliadora por brindarme su infinito amor, fortaleza y perdón en toda mi vida.

A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento por su sacrificio económico y emocional que me ayudada a seguir adelante.

A mis asesores, Dr. Daniel Meyer y Dr. Jairo Hincapié por sus consejos prácticos y por apoyar tanto mi trabajo.

Al Dr. Peter Doyle por brindarme la oportunidad de trabajar en el “Proyecto de Rehabilitación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Choluteca”, a mi jefe directo Ing. Nelson Gamero y todo el equipo que trabajó en este proyecto.

A las familias Hernandez y Villalobos por brindarme su hospitalidad en Honduras.

A mis colegas y amigos por todos los momentos que hemos vivido gracias por brindarme su amistad y apoyo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a mi familia por darme la oportunidad de obtener una educación en Zamorano.

Agradezco a la Fundación Popenoe por brindarme un crédito financiero para realizar mis estudios en el Programa de Agrónomo.

Al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo (IECE) por apoyarme en mis estudios en los cuatro años.

RESUMEN

Paucar, F. 2002. Evaluación de cubiertas de plástico translúcido para la producción de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Zamorano, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo Zamorano, Honduras. 15 p.

En Honduras hay épocas en que las bajas temperaturas afectan la reproducción de la tilapia. El objetivo fue evaluar la reproducción de la tilapia al incrementar la temperatura del agua. El ensayo se realizó en el Zamorano, Honduras. Se realizaron dos repeticiones, del 10 de diciembre de 2001 al 2 de febrero de 2002, y del 11 de febrero al 26 al marzo de 2002. Se utilizaron cuatro tanques de concreto (7.5 m de largo, 2.5 m de ancho y 1 m de profundidad) con los tratamientos: dos tanques cubiertos con plástico translúcido y dos con malla contra pájaros. En cada tanque se sembraron 30 machos y 90 hembras adultas de tilapia para su reproducción. La cubierta de plástico actuó como invernadero, incrementando la temperatura del agua en los tanques tapados. No hubo diferencias ($P < 0.05$) en la temperatura ni concentración de oxígeno disuelto en el agua desde la superficie hasta una profundidad de 75 cm, lo que se debió a la mezcla constante del agua por la acción de los aireadores. Hubo diferencia ($P = 0.003$) en la producción de alevines, influenciada por la temperatura del agua y la época en la que se realizó cada repetición. En la primera repetición la temperatura ambiental promedio fue de 21.3°C, la cubierta de plástico aumentó y mantuvo la temperatura del agua en un promedio de 30°C, que está dentro del rango óptimo para la reproducción de la tilapia y se obtuvieron 16,042 alevines. En los tanques sin cubierta de plástico la temperatura promedio del agua fue de 24°C y se obtuvieron 6,715 alevines. En la segunda repetición la temperatura ambiental fue 25.6°C. La cubierta de plástico incrementó la temperatura del agua a 33.9°C, esta temperatura, superior al rango óptimo para la tilapia, redujo la producción a 2,830 alevines. La temperatura promedio del agua de los tanques sin cubierta fue de 25.4°C, y se obtuvieron 41,020 alevines. El mejor beneficio económico superior a los 300% se obtuvo en la segunda época los tanques sin cubierta. Con temperaturas del agua superiores o inferiores al rango óptimo, los manejos probados resultaron en pérdida. Para mantener una producción de alevines en todo el año se puede utilizar la técnica de la cubierta de plástico en la época fresca de El Zamorano, y la temperatura debe estar en el rango de 25 a 30°C.

Palabras clave: Cosecha, costo de producción, semilla, peces, pescado, temperatura.

NOTA DE PRENSA

PRODUCCION RENTABLE DE SEMILLA DE TILAPIA MANIPULANDO LA TEMPERATURA DEL AGUA.

La poca disponibilidad de semilla de tilapia (alevines) ha sido una limitante al desarrollo acuícola en muchas partes del mundo. Si se maneja adecuadamente puede resultar una labor de producción rentable debido a su demanda creciente. La reproducción efectiva de la tilapia está influenciada por la temperatura del agua, las fluctuaciones de la temperatura en el año, en la mayoría de los casos dificultan el proceso.

En un estudio realizado en el Laboratorio de Acuicultura en Zamorano, Honduras, entre los meses de diciembre de 2001 y marzo de 2002, se incrementó la temperatura del agua de tanques de concreto de 15 metros cúbicos (7.5 m de largo, 2.5 m de ancho y 1 m de profundidad), los cuales fueron cubiertos con plástico translúcido, técnica de bajo costo y efectiva para incrementar y mantener la temperatura del agua. En los recipientes se sembraron 90 hembras y 30 machos adultos por tanque. La producción de alevines obtenida se comparó con tanques que no se cubrieron con plástico translúcido de las mismas dimensiones con igual número de tilapias.

La mayor cantidad de alevines se obtuvo cuando la temperatura del agua se mantuvo dentro del rango de 25 a 30 grados centígrados, lo que generó ganancias económicas. Si la temperatura del agua está por encima de los 30°C o por debajo de los 25°C, la producción de alevines disminuye, lo que representa pérdidas económicas. Con el uso de esta técnica, es posible incrementar la temperatura del agua cuando esta esté por debajo de los 25°C y producir semilla de tilapia todo el año con pocos riesgos.

Licda. Sobeyda Alvarez.

CONTENIDO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| | Portadilla..... | i |
| | Autoría..... | ii |
| | Página de firmas..... | iii |
| | Dedicatoria..... | iv |
| | Agradecimiento..... | v |
| | Agradecimiento a patrocinadores..... | vi |
| | Resumen..... | vii |
| | Nota de Prensa..... | viii |
| | Contenido..... | ix |
| | Índice de cuadros..... | x |
| | Índice de figuras..... | xi |
| 1. | INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. | MATERIALES Y METODOS..... | 2 |
| 2.1 | Localización..... | 2 |
| 2.2 | Manejo de los peces..... | 2 |
| 2.3 | Tratamientos..... | 2 |
| 2.4 | Frecuencia de cosechas de alevines..... | 3 |
| 2.5 | Análisis de la calidad de agua..... | 3 |
| 2.6 | Diseño experimental y análisis estadístico..... | 3 |
| 2.7 | Análisis de costos..... | 3 |
| 3. | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 5 |
| 3.1 | Calentamiento del agua | 5 |
| 3.2 | Calidad de agua | 7 |
| 3.3 | Producción de alevines | 8 |
| 3.4 | Análisis de costos | 11 |
| 4. | CONCLUSIONES..... | 13 |
| 5. | RECOMENDACIONES..... | 14 |
| 6. | BIBLIOGRAFIA..... | 15 |

INDICE DE CUADROS

Cuadro

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Equipo usado y frecuencia de la medición para el monitoreo de la calidad del agua..... | 4 |
| 2. | Temperatura del agua (°C) en cuatro tanques de concreto de 15 m ³ en dos épocas del año, en Zamorano..... | 5 |
| 3. | Oxígeno disuelto en cuatro tanques de concreto de 15 m ³ , en Zamorano..... | 8 |
| 4. | Producción de alevines en tanques de concreto de 15 m ³ , en Zamorano..... | 9 |
| 5. | Presupuesto para la producción de alevines en tanques de concreto de 15m ³ , en Zamorano. | 12 |

INDICE DE FIGURAS

Figura

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Temperatura promedio del agua y del ambiente del 10 de Diciembre/2001 al 2 de Febrero/2002, en Zamorano..... | 6 |
| 2. | Temperatura promedio del agua y del ambiente del 11 de Febrero al 26 de Marzo/2002, en Zamorano..... | 6 |
| 3. | Producción de alevines en la primera época del 10 de Diciembre/2001 al 2 de Febrero/2002, en Zamorano..... | 10 |
| 4. | Producción de alevines segunda época del 11 de Febrero al 26 de Marzo/2002, en Zamorano | 10 |

1. INTRODUCCION

En 1995 hubo una producción mundial de 600,000 toneladas métricas de tilapia cultivada (Guerrero III, 1997). En Latinoamérica, Honduras está aumentando su participación en el mercado de exportaciones de filete fresco hacia los Estados Unidos.

Las tilapias son peces con maduración sexual temprana (3-6 meses de edad) y cada hembra adulta realiza numerosos desove cada año mientras la temperatura del agua se mantenga entre 25 y 30°C. Las hembras son capaces de producir de 1.0 a 2.5 alevines por gramo de su peso cada mes. Los machos pueden fecundar los huevos puestos por varias hembras en el mismo estaque cada semana (Helpher y Pruginin, 1991).

Uno de los factores más determinantes en la producción acuícola es la calidad de la semilla. Cuando es de mala calidad provoca pérdidas por su crecimiento lento y posible susceptibilidad a enfermedades y parásitos (Aceituno *et al.*, 1997). Para lograr producir grandes cantidades de alevines de buena calidad, se debe brindar condiciones adecuadas a los reproductores. La temperatura del agua es un factor que influye en la actividad reproductiva de la tilapia.

Las tilapias son peces tropicales y su crecimiento y reproducción son limitados por bajas temperaturas del agua (Behrends y Kingsley, 1996). Temperaturas superiores a 31°C también pueden impactar negativamente la reproducción de esta especie (Sandy, 2001). En el interior de Honduras la temperatura en la época seca (Diciembre a Marzo) baja a 20 - 24°C, las que afectan la reproducción de la tilapia (Meyer, 2001).

El objetivo general del ensayo fue evaluar la reproducción de la tilapia al incrementar la temperatura del agua artificialmente empleando láminas de plástico translúcido sobre tanques de 15 m³. Los objetivos específicos fueron: determinar si la cubierta de plástico afectaba la temperatura, el oxígeno disuelto y la turbidez del agua, y realizar una comparación económica del uso de plástico translúcido en Zamorano.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura ubicado en la Zamorano (14° norte y 87° oeste), Honduras. Zamorano está a una altura de 800msnm, tiene una precipitación promedio anual de 1100 mm y una temperatura promedio anual de 24°C. El estudio se llevó a cabo desde Diciembre de 2001 hasta Marzo de 2002, período en el cual se realizaron dos repeticiones, la primera del 10 Diciembre/2001 al 2 de Febrero/2002 (47 días) y la segunda del 11 de Febrero al 26 de Marzo/2002 (43 días).

2.2 MANEJO DE LOS PECES

Se realizó una cosecha y selección de machos y hembras adultos de la tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) de los peces manejados en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano. Los peces de cada sexo fueron separados en tanques para darles cuatro días de descanso, antes de pasarlos a los tanques para reproducirse. La densidad de siembra utilizada para la reproducción de la tilapia fue de 90 hembras y 30 machos en cada tanque (8 peces/m²) para la reproducción de la tilapia. En el momento de la siembra se seleccionaron al azar peces que se encontraban en descanso y se pesaron en grupos de 12 individuos. Los grupos de peces previamente pesados fueron depositados en los tanques, secuencialmente, hasta llegar al número requerido en cada uno.

Para la alimentación de los peces se suministró alimento peletizado con 30% de proteína cruda a razón de 3% de la biomasa de los peces en cada tanque. La cantidad de alimento para cada tanque fue dividida en dos porciones: una en la mañana y la segunda en la tarde.

2.3 TRATAMIENTOS

Se utilizaron cuatro tanques de concreto con las dimensiones de 7.5 m de largo, 2.0 m de ancho, y 1.0 m de profundidad. Cada tanque tenía una capacidad de 15m³ de agua. Se llenaron los tanques con agua potable una semana antes de sembrar los peces. Se colocaron dos difusores de 5 cm de largo por tanque, conectados con tubos de PVC a un soplador de aire marca FUJI de 2.5 HP. La oxigenación del agua antes de la siembra eliminó el cloro del agua potable en tres días.

Tres días previos a la siembra de los peces adultos, se cubrieron dos de los tanques con láminas de plástico translúcido. Para evitar que el plástico tuviera contacto con el agua, este

fue sostenido por hilos de mono-filamento a 15 cm sobre el agua. Los otros dos tanques se cubrieron con una malla de plástico contra pájaros, con luz de 3 cm.

2.4 FRECUENCIA DE COSECHAS DE ALEVINES

La cosechas de los alevines se inició el día seis después de la siembra, y luego cada segundo día hasta finalizar el ensayo. La captura de alevines se realizó con una “hapa” (bolsa de malla fina de nylon) de 1m x 1m x 1m, jalada entre dos personas en las orillas del tanque a unos veinte centímetros de profundidad.

Los alevines cosechados en cada tanque fueron trasladados a recipientes de plástico de 20 litros de capacidad, para su conteo. Si se cosechaba menos de 200 alevines, se los contaban individualmente con un colador de plástico de 10 cm diámetro. En las cosechas de mayor número, se utilizó el método de la comparación visual (Charris *et al.*, 1999). También se realizó un conteo de huevos y embriones de tilapia encontrados con los alevines en la hapa al drenar los tanques al finalizar cada repetición del ensayo.

2.5 ANALISIS DE LA CALIDAD DE AGUA.

Se realizó un monitoreo de la calidad del agua en los cuatro tanques (Cuadro 1). Las mediciones incluyeron: la concentración de oxígeno disuelto y temperatura del agua a tres profundidades (25, 50 y 75 centímetros) y la turbidez del agua.

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

El diseño estadístico utilizado fue un arreglo completamente al azar (DCA) con unidades repetidas en el tiempo. Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico “Statistics Analysis System” (SAS, 1998) realizando un ANDEVA para las variables número de alevines, oxígeno disuelto, temperatura y turbidez del agua, y una separación de medias con la Prueba de Duncan. El nivel de significancia utilizado fue de 0.05.

2.7 ANALISIS DE COSTOS

Se tomaron en cuenta los costos fijos y variables y las depreciaciones para preparar un presupuesto parcial de producción para cada uno de los manejos probados. Luego se realizó una estimación de los costos incurridos con cada manejo para la producción de 1000 alevines. El beneficio económico fue calculado en bases a los alevines cosechados por cada manejo, multiplicado por el precio por alevín menos los costos totales, este resultado se dividió para los costos totales y se multiplicó por 100.

Cuadro 1. Equipo usado y frecuencia de la medición para el monitoreo de la calidad del agua.

| Parámetro | Equipo | Frecuencia de la medición |
|-----------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Turbidez del agua | Disco Secchi | Una vez por semana |
| Temperatura del agua | YSI Modelo 55 | Dos veces al día a tres profundidades |
| Oxígeno disuelto en el agua | YSI Modelo 55 | Dos veces al día a tres profundidades |

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 CALENTAMIENTO DEL AGUA

En las dos repeticiones del ensayo no se observó mayor variación en la temperatura a las tres profundidades del agua (Cuadro 2), lo cual se atribuye al efecto de mezclado por los aireadores.

Si hubo diferencia ($P=0.001$) en la temperatura del agua entre los tanques cubiertos o no, con el plástico (Cuadro 2). La temperatura del agua en los tanques con cubierta de plástico se mantuvo más estable que los tanques sin cubierta.

La lámina de plástico, por el efecto de invernadero ayudó a calentar el agua durante el día y a mantener el calor en el agua durante las noches. El agua en los tanques sin cubierta de plástico estuvo en contacto directo con el aire y ganaba y perdía calor con la atmósfera.

Cuadro 2. Temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) en cuatro tanques de concreto de 15 m^3 en dos épocas del año, en Zamorano.

| Tratamiento | Época | Profundidad (cm) | | | Promedio | Fluctuación de la mañana y tarde (\pm) |
|---------------------|----------------------|------------------|--------|--------|----------|--|
| | | 25 | 50 | 75 | | |
| Tanque sin cubierta | 10-XII-01 al 2-II-02 | 23.9 c | 23.9 c | 24.0 c | 23.9 c | 1.3 |
| Tanque con cubierta | | 30.1 b | 30.1 b | 30.0 b | 30.1 b | 0.6 |
| Tanque sin cubierta | 11-II al 26-III-02 | 25.4 c | 25.4 c | 25.4 c | 25.4 c | 1.2 |
| Tanque con cubierta | | 33.9 a | 33.9 a | 33.9 a | 33.9 a | 1.0 |

Valores en columna o fila con la misma letra no difieren entre si ($P<0.05$). Los datos son de 47 y 43 días de mediciones para la primera y segunda época, respectivamente, tomadas en la mañana y la tarde

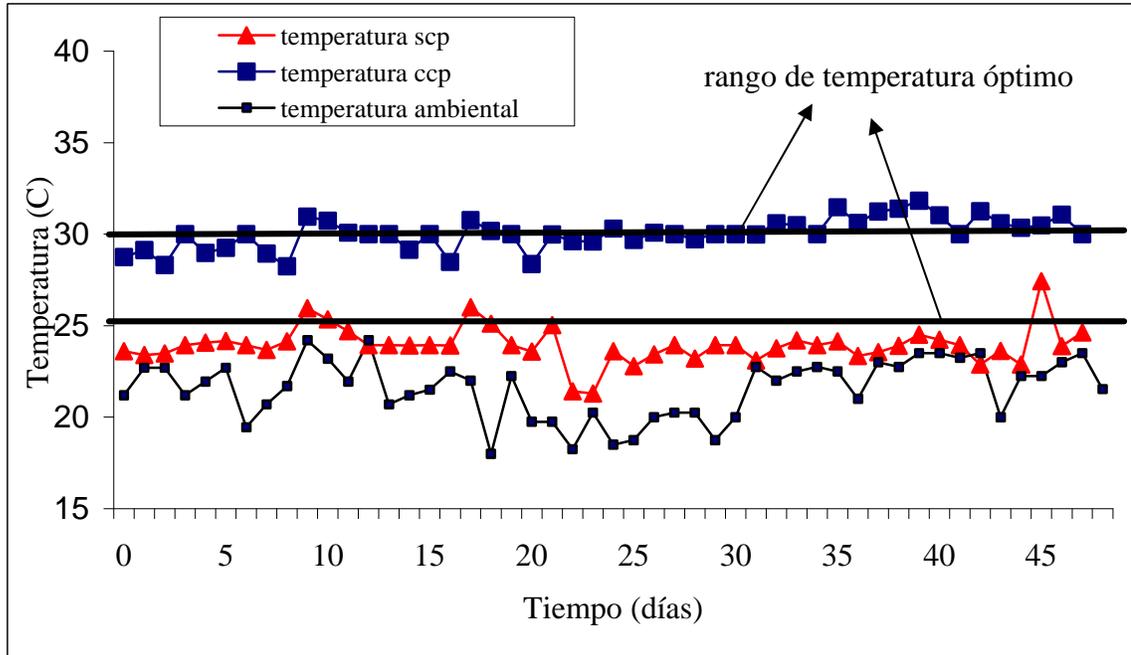


Figura 1. Temperatura promedio del agua y del ambiente del 10 de Diciembre/2001 al 2 de Febrero/2002, en Zamorano.
 scp = sin cubierta de plástico.
 ccp = con cubierta de plástico.

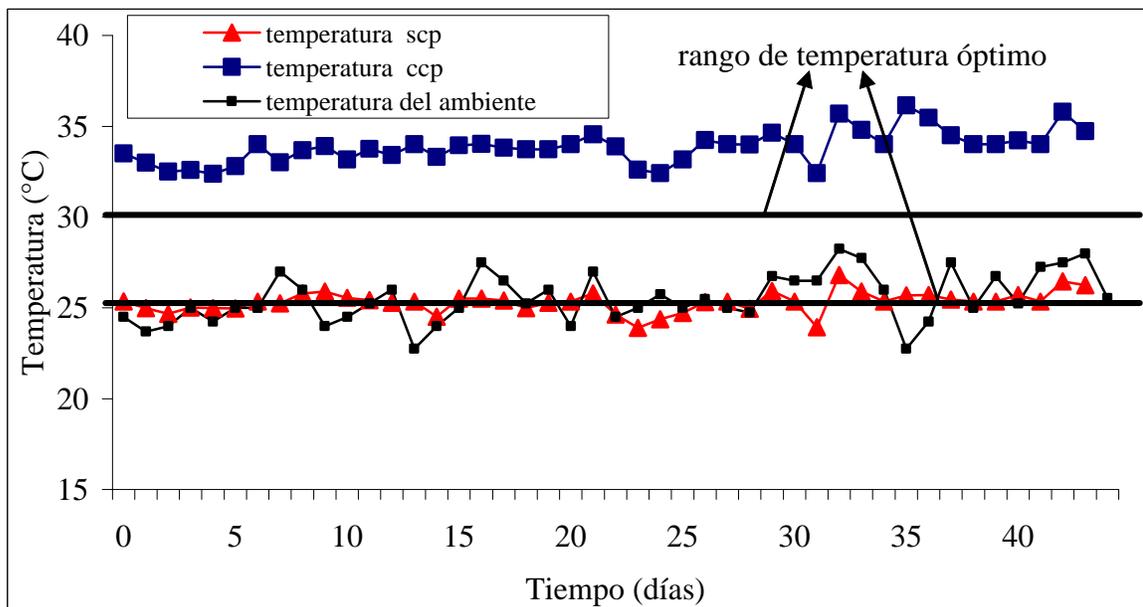


Figura 2. Temperatura promedio del agua y del ambiente del 11 de Febrero al 26 de Marzo/2002, en Zamorano.
 scp = sin cubierta de plástico.
 ccp = con cubierta de plástico.

Hubo diferencia en el incremento de temperatura del agua por efecto del uso de plástico entre las repeticiones del ensayo, esto se debe a que las temperaturas ambientales promedio fueron de 21.3 y 25.6°C, en la primera y segunda repetición, respectivamente.

En la primera repetición, los tanques con cubierta de plástico tuvieron un incremento de la temperatura del agua de 25% mayor que al observado en los tanques sin cubierta (Figura 1). Ese incremento de temperatura contribuyó a una mayor producción de alevines durante estos meses de clima fresco en Zamorano.

En la segunda repetición, la temperatura ambiental fue 19% superior en comparación con la primera repetición. La temperatura del agua en los tanques con cubierta de plástico tuvo un incremento de 33% en comparación con los tanques sin cubierta (Figura 2). Ese incremento perjudicó la reproducción de la tilapia

3.2 CALIDAD DE AGUA

El oxígeno disuelto en el agua es uno de los parámetros más importantes en la producción y reproducción de la tilapia, ya que es un indicador del estado general del cultivo. En la primera y segunda repetición del ensayo no hubo diferencia ($P=0.05$) entre el oxígeno disuelto promedio en el agua desde su superficie hasta 75 cm de profundidad en cada tanque.

En cambio el oxígeno disuelto promedio fue menor ($P=0.001$) y tuvo mayores fluctuaciones en los tanques cubiertos con plástico en las dos repeticiones, en comparación con los tanques no cubiertos (Cuadro 3). Esto se atribuye a que al aumentar la temperatura el agua pierde su capacidad de retener el gas en solución (Helpher y Pruginin, 1991). Aunque existieron diferencias en las concentraciones de oxígeno disuelto el nivel de saturación del agua fue superior al 90% en las dos repeticiones (Cuadro 3). Esto se debe a la aireación continua

En ninguna época ni tratamiento se encontró una concentración de oxígeno disuelto inferior a 2 mg/L, que es el límite crítico para la reproducción de la tilapia (Cuadro 3). Y que según Helpher y Pruginin (1991), reducen el metabolismo de la tilapia, disminuyen el consumo de alimento y su actividad. En cuanto a la turbidez, no se encontró diferencia ($P=0.05$) entre los tratamientos ni entre épocas la turbidez del agua siempre fue mayor a 15 cm.

Cuadro 3. Oxígeno disuelto en cuatro tanques de concreto de 15 m³, en Zamorano.

| Tratamiento | Época | Profundidad (cm) | | | | Promedio | Fluctuación de la mañana y tarde (±) | Saturación (%) |
|---------------------|----------------------|------------------|-------|-------|-------|----------|--------------------------------------|----------------|
| | | 25 | 50 | 75 | | | | |
| | | (mg/L) | | | | | | |
| Tanque sin cubierta | 10-XII-01 al 2-II-02 | 7.2 b | 7.2 b | 7.3 b | 7.2 b | 2.0 | 94 | |
| Tanque con cubierta | | 5.7 d | 5.7 d | 5.7 d | 5.7 d | 2.3 | 91 | |
| Tanque sin cubierta | 11-II al 26-III-02 | 9.4 a | 9.4 a | 9.4 a | 9.4 a | 2.8 | 126 | |
| Tanque con cubierta | | 6.9 c | 6.9 c | 6.9 c | 6.9 c | 3.3 | 107 | |

Valores en columna o fila con la misma letra no difieren entre si ($P < 0.05$). Los datos son de 47 y 43 días de mediciones para la primera y segunda época, respectivamente, tomadas en la mañana y la tarde.

3.3 PRODUCCION DE ALEVINES

Para esta variable se sumaron los alevines vivos, muertos y los huevos por tratamiento, ya que se quiso determinar la eficiencia reproductiva. Hubo diferencias ($P = 0.0003$) en la producción de alevines entre los tratamientos con cubierta y sin cubierta de plástico en la primera y segunda repetición (Cuadro 4),

En la primera repetición del ensayo la producción total de alevines fue 238% superior en los tanques con cubierta de plástico donde se obtuvo los primeros alevines de cosecha el día 12 ($P < 0.05$) en comparación con los tanques sin cubierta donde los primeros alevines de cosecha se obtuvieron el día 20 (Cuadro 4 y Figura 3). Esto porque la temperatura promedio de los tanques con cubierta fue de 30°C, mientras que la temperatura de los tanques sin cubierta fue de 23.9°C, inferior al rango óptimo para la reproducción de la tilapia.

En la segunda repetición del ensayo la producción total de alevines en los tanques sin cubierta de plástico fue 1449% superior y los primeros alevines de cosecha se obtuvieron el día 11 ($P<0.05$) en comparación con los tanques con cubierta donde los primeros alevines de cosecha se obtuvieron el día 13 (Cuadro 4 y Figura 4). Esto porque la temperatura promedio de los tanques con cubierta de plástico fue de 33.9°C , por encima del rango óptimo para la reproducción de la tilapia. Resultados similares fueron encontrados por Sandy (2001) igualmente en el Zamorano, donde la temperatura promedio de los tanques sin cubierta de plástico fue de 27.8°C y la producción de alevines fue superior en comparación con los tanques, en los que la temperatura del agua superó el rango óptimo.

Cuadro 4. Producción de alevines en tanques de concreto de 15 m^3 , en Zamorano.

| Tratamientos | Época | Vivos | Muertos | Huevos | Promedio por tanque |
|---------------------|-------------------------|--------|---------|--------|---------------------|
| Tanque sin cubierta | 10-XII-01 al 2-II-02 | 5,996 | 322 | 397 | 3,358c |
| Tanque con cubierta | | 12,863 | 1,121 | 2,058 | 8,021b |
| Tanque sin cubierta | 11-II al 26-III-02 | 39,257 | 639 | 1,124 | 20,510a |
| Tanque con cubierta | | 2,199 | 256 | 375 | 1,415c |

Valores en columna con la misma letra no difieren entre si ($P<0.05$).

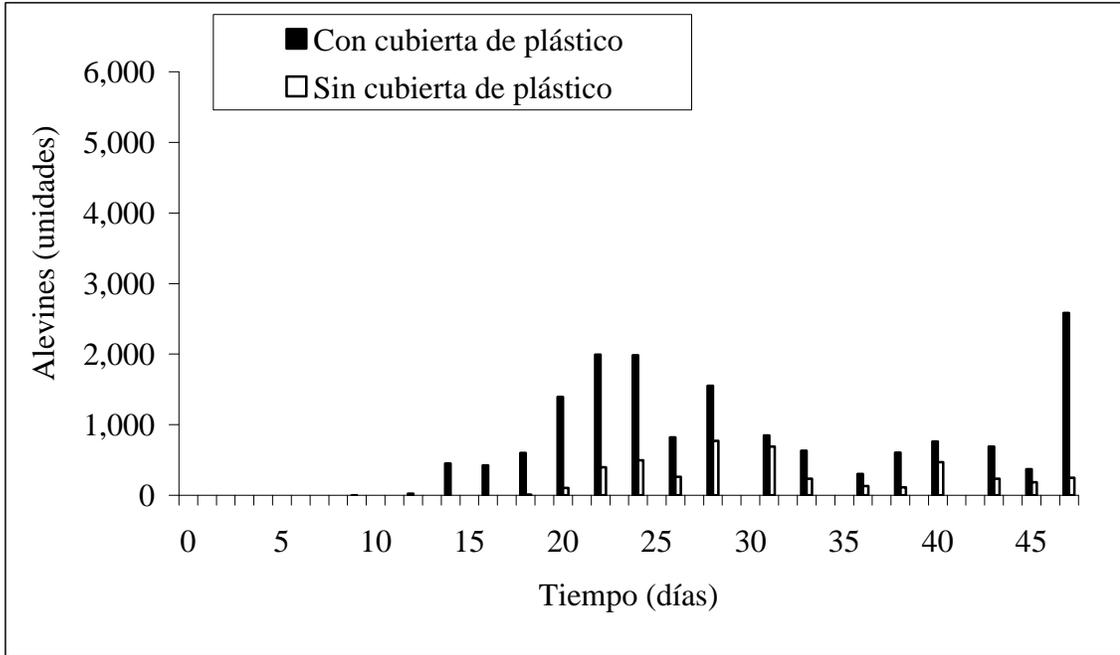


Figura 3. Producción de alevines en la primera época del 10 de Diciembre/2001 al 2 de Febrero/2002, en Zamorano.

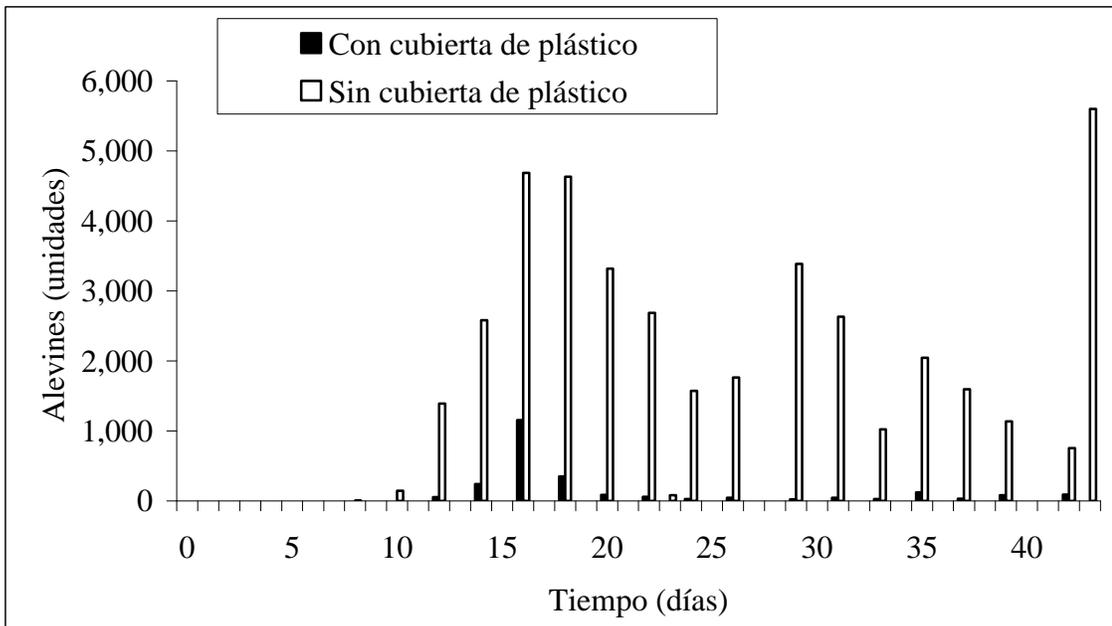


Figura 4. Producción de alevines segunda época del 11 de Febrero al 26 de Marzo/2002, en Zamorano.

3.4 ANALISIS DE COSTOS

La temperatura del agua influyo fuertemente en la producción de alevines y en los resultados económicos de reproducir tilapia en tanques de 15 m³ de agua en Zamorano.

En la primera repetición los tanques con cubierta de plástico mantuvieron la temperatura promedio del agua en 30°C. Esta diferencia de temperatura ayudó a incrementar la producción de alevines, dando un beneficio económico de 44%. El tanque sin cubierta de plástico resultó una pérdida del 35% por lo tanto es rentable el uso de plástico translúcido en esta época fresca en Zamorano (Cuadro 5).

En la segunda repetición los tanques con cubierta incrementaron la temperatura del agua a 33.9°C en promedio disminuyendo la producción de alevines por lo tanto dio como resultado una pérdida de 72%. Los tanques sin cubierta de plástico mantuvieron la temperatura promedio del agua en 25.4°C obteniendo la mejor producción de alevines en todo el ensayo por lo cual el beneficio fue de 329% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Presupuesto para la producción de alevines en tanques de concreto de 15m³, en Zamorano.

| Concepto | Unidad | Precio (\$) | Primera repetición 10 Diciembre/2001 al 2 de Febrero/2002. | | | Segunda repetición 11 de Febrero al 26 de Marzo/2002 | | |
|----------------------------|------------------|----------------|---|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|
| | | | Cantidad (días) | Tanque sin cubierta (\$) | Tanque con cubierta (\$) | Cantidad (días) | Tanque sin cubierta (\$) | Tanque con cubierta (\$) |
| Costos fijos | | | | | | | | |
| Depreciación | | | | | | | | |
| Tanques | día | 0.39 | 47 | 18.33 | 18.33 | 43 | 16.77 | 16.77 |
| Equipo | día | 0.12 | 47 | 5.64 | 5.64 | 43 | 5.16 | 5.16 |
| Cubierta de plástico | día | 0.08 | 47 | | 3.76 | 43 | 0.00 | 3.44 |
| Malla contra pájaros | día | 0.00 | 47 | 0.19 | | 43 | 0.17 | 0.00 |
| Peces adultos (120) | pez | 0.00 | 47 | 7.33 | 7.33 | 43 | 6.71 | 6.71 |
| Mano de obra | día | 0.24 | 47 | 11.28 | 11.28 | 43 | 10.32 | 10.32 |
| Costos variables | | | | | | | | |
| Alimento | kg | 0.40 | 23.5 | 9.40 | 9.40 | 21.5 | 8.60 | 8.60 |
| | | | | 52.17 | 55.74 | | 47.73 | 51.00 |
| Costo total | | | | | | | | |
| Alevines producidos | alevín | | | 6,715 | 16,042 | | 41,020 | 2,830 |
| Costo por alevín | | | | 0.01 | 0.0035 | | 0.0012 | 0.02 |
| Ingreso = ventas | 1000 alevines | 5 | | 33.58 | 80.21 | | 205.10 | 14.15 |
| Costo por 1000 alevines | | | | 7.77 | 3.47 | | 1.16 | 18.02 |
| Beneficio o pérdida | (%) | | | -35 | +44 | | +329 | -72 |

4. CONCLUSIONES

Si la temperatura del agua se encuentra entre los 25-30°C favorece la reproducción de la tilapia.

El uso de una cubierta de plástico traslúcido fue una técnica efectiva para incrementar y mantener la temperatura del agua en tanques de 15 m³.

La rentabilidad de la producción de alevines fue influenciada por la temperatura del agua. La producción de alevines no fue rentable en los tanques con una temperatura del agua fuera del rango óptimo para la tilapia.

Fue rentable utilizar la cubierta de plástico para la producción de alevines en la primera repetición (10 de Diciembre/2001 al 2 de Febrero/2002), pero no en la segunda repetición (11 de Febrero al 26 al Marzo/2002).

El mejor beneficio económico (329%) se obtuvo en la segunda repetición del ensayo en los tanques sin cubierta de plástico, donde la temperatura promedio del agua fue de 25°C.

5. RECOMENDACIONES

Para mantener una producción de alevines de tilapia en todo el año en Zamorano, se puede utilizar la cubierta de plástico translúcido, manteniendo la temperatura del agua dentro del rango de 25 a 30°C.

No se debe incrementar la temperatura del agua arriba de 30°C ya que la capacidad reproductiva de la tilapia se disminuye.

6. BIBLIOGRAFIA.

ACEITUNO, C; MEYER, D; GARCÍA, A; BARRERA, J. 1997. Evaluación de alevines de tilapia roja adquiridos en diferentes centros de producción en Honduras. IV Simposio Centroamericano de Acuacultura p. 209-213

BEHRENDTS,L.L; KINGSLEY J.B. 1996. Cold tolerance in maternal mouth- brooding 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 (ens= The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. 41, 575 p.

CHARRIS, F; GREEN, B; MEYER, D. 1999. Efectividad de cinco métodos para la enumeración de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*). V Simposio Centroamericano de Acuacultura. p 242-240.

GUERRERO III, R.D. 1997. Tilapia Farming. Bay, Laguna. Philippines, Aquatic Biosystems. 70 p.

HELPER, B; PRUGININ, Y. 1991. Cultivo de peces comerciales. 3 ed. México D.F., Limusa S.A., 96-106p.

MEYER, D. 2001. Technology for successful small-scale tilapia culture. VI Simposio Centroamericano de acuacultura. p. 97-106

SANDY, J.P. 2001. Evaluación de paneles solares térmicos y cubiertas de plástico para mejorar la producción de alevines de tilapia. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano 29 p.

S.A.S. 1998 S.A.S. User's guide: Statistics. S.A.S. Inst., Inc., Cary, NC.

