

# **Sobrevivencia y crecimiento de alevines de tilapia manejados en tres recipientes**

Kenny Giancarlo Molina Toro

**Honduras**  
Diciembre, 2002

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

# **Sobrevivencia y crecimiento de alevines de tilapia manejados en tres recipientes**

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

Presentado Por:  
**Kenny Giancarlo Molina Toro**

Honduras  
Diciembre, 2002

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

---

Kenny Giancarlo Molina Toro

Honduras  
Diciembre, 2002

## **Sobrevivencia y crecimiento de alevines de tilapia manejados en tres recipientes**

Presentado por:

Kenny Giancarlo Molina Toro

Aprobado

---

Daniel Meyer, Ph. D.  
Asesor Principal.

---

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

---

Rogel castillo, M. Sc.  
Asesor.

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico.

---

Miguel Vélez, Ph. D.  
Coordinador área temática.

---

Mario Contreras, Ph. D.  
Director General.

## **DEDICATORIA**

A mi Madre, por haberme apoyado en mis estudios, y por todo su amor.

A mi Padre por todo el esfuerzo que ha hecho por darme la educación que siempre he querido.

A mis asesores, carrera y amigos de Zamorano.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad de estudiar, por darme fuerzas cuando sentí que no podía, por haber iluminado mi mente, por la vida.

A mis padres por haberme dado su apoyo.

A mis asesores, Dr. Daniel Meyer, Ing. Rogel Castillo.

A mi Novia, por apoyarme y haber estado siempre presente en las buenas y malas.

A mis amigos, Neptaly Figueroa, Rafael Trejo, Andrés Suazo, Edwin Flores, Francisco Velazco, Mario Hurtado, Luis Castro, Juan Espinoza, Raúl López, Ever y Gerson Argueta por su amistad y apoyo.

A Adonis y Rosa por su valiosa colaboración en el trabajo de campo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron al logro de este éxito.

## **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A mi padre por haber financiado la mayor parte de mis estudios en Zamorano.

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras por haberme brindado apoyo financiero en tercero y cuarto año.

## RESUMEN

Molina, Kenny. 2002. Supervivencia y crecimiento de alevines de tilapia manejados en tres recipientes. Proyecto especial del programa ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 13p.

El cultivo comercial de la tilapia se ha incrementado notablemente en los últimos años en los países en vías de desarrollo, convirtiéndose en una importante fuente de divisas. Una de las principales desventajas de la tilapia en cautiverio es que alcanza su madurez sexual a temprana edad ( $< 6$  meses) y a tamaños menores a 100 g. Estos peces son sexualmente maduros y capaces de reproducirse antes de alcanzar el tamaño adecuado para los mercados locales de Centro América. Para evitar el efecto negativo de la reproducción no deseada, se intenta manejar cultivos monosexuales. Esto se puede lograr utilizando tilapias 100% machos, obtenidos por la técnica de la reversión sexual. La metodología que consiste en suministrar esteroides masculinos a los alevines menores de 14 mm, momento en el cual el tejido gonadal no ha comenzado a diferenciarse. En las explotaciones acuícolas se utilizan comúnmente diferentes tipos de recipientes para realizar la reversión sexual, siendo los mas comunes las hapas de nylon y las pilas de concreto. El objetivo principal de este estudio fue evaluar bajo las condiciones de el Zamorano, Honduras, la supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* en la etapa de reversión sexual, criados en pilas de concreto de 6 m<sup>3</sup>, hapas de nylon de 0.6 m<sup>3</sup> suspendidas en pilas de concreto de 6 m<sup>3</sup> y tanques circulares de fibra de vidrio de 0.3 m<sup>3</sup>, que proveen un microambiente distinto. Se emplearon 55200 larvas de tilapia con un peso promedio de 0.02 g y un largo  $< 12$  mm, y se sembraron a una densidad de 2000 alevines por metro cúbico. Se usó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones. Se realizó un presupuesto parcial de costos de la etapa de reversión sexual para cada manejo. La mayor supervivencia se obtuvo en los tanques de fibra de vidrio (99%). El mayor peso promedio final de los peces se obtuvo en las hapas (0.27 g). el mayor costo de producción en la etapa de reversión sexual se obtuvo en los tanques de fibra de vidrio, y el más bajo se obtuvo en las pilas de concreto. La mejor alternativa para la reversión sexual bajo condiciones de Zamorano, es la pila de concreto.

**Palabras clave:** Ganancia de peso, *oreochromis niloticus*, oxígeno disuelto, reversión sexual, temperatura.

---

Dr. Avelino Pitty



## NOTA DE PRENSA

### **¿ LA SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE LOS ALEVINES DE TILAPIA PUEDE SER AFECTADA POR EL TIPO DE ESTANQUE ?**

La producción de peces cultivados se ha convertido en un rubro de mucha importancia para Latinoamérica, y se espera que el número de países involucrados continúe en aumento. Diversas especies de tilapia crecen en granjas comerciales en cerca de 100 países, y esto se debe a las grandes ventajas que presenta este pez con relación a otras especies. La tilapia se caracteriza por su hábito alimenticio herbívoro, rápido crecimiento, resistente a enfermedades y se adapta a un amplio rango de condiciones de calidad de agua y cautiverio.

Sin embargo, tiene una desventaja estos peces son sexualmente maduros y capaces de reproducirse antes de alcanzar el tamaño adecuado para los mercados locales de Centro América. Para evitar el efecto negativo de la reproducción no deseada, se intenta manejar cultivos monosexuales. Esto se puede lograr utilizando tilapias 100% machos, obtenidos por la técnica de la reversión sexual. La metodología que consiste en suministrar esteroides masculinos a los alevines menores de 12 mm, momento en el cual el tejido gonadal no ha comenzado a diferenciarse.

En las explotaciones acuícolas se utilizan comúnmente diferentes tipos de recipientes para realizar la reversión sexual, los más comunes son las hapas de nylon y las pilas de concreto.

Durante el periodo de Mayo a Junio del año 2002, se realizó en Zamorano, una evaluación de crecimiento y mortalidad de alevines de tilapia gris *Oreochromis niloticus* criados en tres recipientes a una densidad de 2000 por metro cúbico. Los recipientes fueron: pilas de concreto, hapas de nylon, y tanques de fibra de vidrio.

El estudio reveló que al final de la etapa de reversión sexual con los tanques de fibra de vidrio se pueden obtener sobrevivencias cercanas a 100% y con las hapas de nylon pesos de 0.27 g. A pesar de esto, un análisis económico realizado indicó que era más rentable realizar la reversión sexual en las pilas de concreto, ya que con este recipiente se alcanzan los menores costos unitarios por alevín producido.

Se recomienda seguir aumentando las densidades de siembra en los tanques de fibra de vidrio, ya que se obtuvo una alta sobrevivencia. Así mismo, utilizar tanques más grandes que reduzcan los costos por alevín producido con el fin de ser más eficientes en el manejo de este pez.

---

Licda. Sobeyda Álvarez

## CONTENIDO

|          |                                                         |          |
|----------|---------------------------------------------------------|----------|
|          | PORTADILLA .....                                        | i        |
|          | AUTORÍA .....                                           | ii       |
|          | PÁGINA DE FIRMAS .....                                  | iii      |
|          | DEDICATORIA .....                                       | iv       |
|          | AGRADECIMIENTOS .....                                   | v        |
|          | AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES .....                  | vi       |
|          | RESUMEN .....                                           | vii      |
|          | NOTA DE PRENSA .....                                    | viii     |
|          | CONTENIDO .....                                         | ix       |
|          | ÍNDICE DE CUADROS .....                                 | xi       |
|          | ÍNDICE DE FIGURAS .....                                 | xii      |
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                               | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                       | <b>2</b> |
| 2.1      | LOCALIZACIÓN .....                                      | 2        |
| 2.2      | UNIDADES EXPERIMENTALES .....                           | 2        |
| 2.2.1    | Pilas .....                                             | 2        |
| 2.2.2    | Hapas .....                                             | 2        |
| 2.2.3    | Tanques .....                                           | 2        |
| 2.3      | MANEJO DE PECES .....                                   | 3        |
| 2.3.1    | ORIGEN DE LA SEMILLA .....                              | 3        |
| 2.3.2    | CONTEO DE ALEVINES .....                                | 3        |
| 2.3.3    | SIEMBRA .....                                           | 3        |
| 2.3.4    | ALIMENTACIÓN .....                                      | 3        |
| 2.3.5    | COSECHA .....                                           | 4        |
| 2.4      | MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA .....                      | 4        |
| 2.4.1    | FLUCUACIÓN DE TEMPERATURA .....                         | 4        |
| 2.5      | VARIABLES MEDIDAS .....                                 | 4        |
| 2.6      | ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....                              | 4        |
| 2.7      | ANÁLISIS ECONÓMICO .....                                | 4        |
| <b>3</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>                     | <b>5</b> |
| 3.1      | CALIDAD DE AGUA .....                                   | 5        |
| 3.1.1    | TEMPERATURA .....                                       | 5        |
| 3.1.2    | OXÍGENO DISUELTO .....                                  | 5        |
| 3.2      | CRECIMIENTO .....                                       | 6        |
| 3.3      | SOBREVIVENCIA .....                                     | 6        |
| 3.4      | ANÁLISIS ECONÓMICO .....                                | 7        |
| 3.4.1    | COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ALEVINES DE TILAPIA .....       | 7        |
| 3.4.2    | COSTOS DE REVERSIÓN SEXUAL DE ALEVINES DE TILAPIA ..... | 7        |

|          |                             |           |
|----------|-----------------------------|-----------|
| <b>4</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>5</b> | <b>RECOMEDACIONES .....</b> | <b>11</b> |
| <b>6</b> | <b>BIBLIOGRAFÍAS .....</b>  | <b>12</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

|   |                                                                                                                                                                              |    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Descripción de unidades experimentales utilizadas en el ensayo.....                                                                                                          | 3  |
| 2 | Temperatura y oxígeno disuelto promedio diaria del agua durante el ciclo de reversión sexual en los diferentes recipientes.....                                              | 7  |
| 3 | Incremento en biomasa, ganancia de peso y sobrevivencia de alevines de tilapia mantenidos en tres tipos de recipientes con una densidad inicial de 2000/m <sup>3</sup> ..... | 8  |
| 4 | Costos de producción intensiva de alevines de tilapia en un estanque de 233 m <sup>2</sup> .....                                                                             | 9  |
| 5 | Costos de producción en la etapa de reversión sexual para 1000 alevines .....                                                                                                | 10 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura

- 1 Temperaturas promedio diarias del agua durante el ciclo de reversión sexual en los diferentes recipientes. Las lecturas fueron tomadas en la mañana y tarde..... 6

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de peces cultivados se ha convertido en un rubro de importancia para países latinoamericanos como Honduras, Ecuador, Costa Rica y Chile (Meyer, 1998). Actualmente se cría tilapia en granjas comerciales en cerca de 100 países (Fitzsimmons, 2000). En 1995 la producción mundial de tilapia fue de 659,000 toneladas (FAO, 1996).

La tilapia es herbívora y se adapta con facilidad a las condiciones de cautiverio (Meyer, 2001). Sin embargo no controlar la reproducción de tilapia en estanques trae consecuencias negativas cuando aparecen alevines, que compiten por alimento y espacio con los peces sembrados originalmente (Meyer, 2001). Dicha competencia da como resultado un peso final bajo de los peces. Para evitar la reproducción no deseada en engorde, se busca manejar cultivos monosexuales. Éstos se pueden lograr utilizando la técnica de la reversión sexual que consiste en administrar esteroides masculinos a los alevines de tilapia recién eclosionados. Bajo la influencia de la hormona, el tejido gonadal de las hembras se desarrolla en un tejido testicular, produciendo así individuos que crecen y funcionan reproductivamente como machos (Galindo, 2000).

El tratamiento debe realizarse en alevines menores de 14 mm, cuando todavía el tejido gonadal no se ha diferenciado. Se usa comúnmente la hormona  $17\ \alpha$  - metiltestosterona a razón de 60 mg/kg de alimento (Popma y Green, 1990).

En Zamorano, esta técnica es llevada a cabo típicamente, en pilas de concreto y no existen datos de la sobrevivencia que se obtiene en esta etapa. La técnica también se puede realizar en otros tipos de recipientes como; hapas de nylon suspendidas en pilas de concreto y tanques circulares de fibra de vidrio. El objetivo de este estudio fue evaluar la sobrevivencia y crecimiento de alevines de *Oreochromis niloticus* en la etapa de reversión sexual, manejados en los tres recipientes y estimar el costo de producción de los mismos.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 LOCALIZACIÓN**

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano, ubicado a 30 Km al este de Tegucigalpa, (14° al norte y 87° al oeste) a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación pluvial anual de 1100 mm. La región presenta dos estaciones bien diferenciadas a lo largo del año, una lluviosa de junio a noviembre, y la otra seca de diciembre a mayo.

### **2.2 UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 12 unidades experimentales: cuatro pilas de concreto, cuatro hapas de nylon, y cuatro tanques circulares de fibra de vidrio (Cuadro 1). Los alevines de tilapia fueron sembrados en los diferentes recipientes a una densidad de 2000 peces/m<sup>3</sup> de agua.

#### **2.2.1 Pilas**

Las pilas de concreto tienen una capacidad de 7.5 m<sup>3</sup> (2.5 X 3.0 X 1 m) cada una. Cada pila fue llenada con agua del lago de Monte Redondo, que se encuentra dentro del campus de Zamorano.

#### **2.2.2 Hapas**

Las hapas son bolsas de malla que se suspenden en un cuerpo de agua como una pequeña jaula. Se utilizaron cuatro hapas de nylon de 1 X 1 X 0.60 m, y con 1.6 mm de luz. Las hapas estuvieron ubicadas dentro de pilas de 7.5 m<sup>3</sup>, a razón de dos hapas por pila.

#### **2.2.3 Tanques**

Los alevines fueron sembrados en tanques de fibra de vidrio con una capacidad de 300 litros cada uno. Las dimensiones de cada tanque son de 1 m de diámetro por 0.30 m de altura. Cada estanque fue puesto sobre el suelo dentro de las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura.

**Cuadro 1.** Descripción de unidades experimentales utilizadas en el ensayo

| <b>Unidades Experimentales</b> | <b>Volumen en m<sup>3</sup></b> | <b># de Peces Sembrados</b> |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Pilas de Concreto              | 6.0                             | 12000                       |
| Hapa de nylon                  | 0.6                             | 1200                        |
| Tanques de Fibra de Vidrio     | 0.3                             | 600                         |

Los recipientes fueron preparados antes de la siembra. Se realizó un lavado con detergente y desinfección con agua clorinada. Se colocó una malla contra pájaros (luz de 3 cm) de plástico sobre cada unidad para proteger de aves depredadores. Cada recipiente recibió aeración continua por medio de una difusora (5 cm de largo) conectado a un soplador de aire (2.5 HP).

## **2.3 MANEJO DE PECES**

### **2.3.1 ORIGEN DE LA SEMILLA**

Las larvas de tilapia fueron obtenidas de ciclos de reproducción en tres estanques de Zamorano. Se realizaron cosechas parciales comenzando el día 14 después de sembrados los reproductores. Posteriormente se realizaron cosechas adicionales con intervalos de dos días, hasta llegar al día 28 del ciclo.

### **2.3.2 CONTEO DE ALEVINES**

Los alevines recién cosechados fueron trasladados al laboratorio para separarlos por tamaños y someter los alevines menores a 14 mm al proceso de reversión sexual. Para la separación se utilizó un separador de alevines, con una luz de malla de 3.2 mm.

El conteo de alevines se hizo con el método de comparación visual. En este método se realizó un conteo individual de 500 alevines en una pana plástica de dos litros, la cual fue utilizada como patrón. Los tratamientos se colocaron en panas similares y se compararon visualmente. Este método tuvo un margen de error del 13%, el cual fue calculado de las muestras realizadas.

### **2.3.3 SIEMBRA**

Se sembraron un total de 55, 200 alevines de tilapia con un peso promedio de 0.02 g y un largo total promedio de 12 mm.

### **2.3.4 ALIMENTACIÓN**

Los alevines fueron alimentados con una dieta comercial para tilapia con 40% de proteína cruda, que fue preparado con 60 mg de la 17  $\alpha$  - metiltestosterona (MT) por kilogramo



(Popma y Green, 1990). Los peces recibieron una cantidad de alimento equivalente a 20% de su biomasa, en dos porciones diarias.

### **2.3.5 COSECHA**

El ensayo finalizó a los 31 días, drenando cada pila o tanque. Se recolectaron los peces de las hapas recogiendo la malla manualmente. Todos los alevines cosechados de cada recipiente fueron contados utilizando el método de comparación visual.

## **2.4 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA**

Durante los 31 días que duró el ensayo, se llevó a cabo un monitoreo de la calidad del agua en cada recipiente. Se midió la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua para cada uno de los recipientes dos veces por día (mañana y tarde). Se utilizó un metro poligráfico YSI modelo 55 para estas mediciones.

### **2.4.1 FLUCTUACIÓN DE TEMPERATURA**

Se calculó la magnitud de la fluctuación de temperatura en el agua de los recipientes con la fórmula:

$$\% \text{ de fluctuación de temperatura} = \frac{\text{Temp. Máxima} - \text{Temp. Mínima}}{\text{Temperatura promedio}} \times 100$$

## **2.5 VARIABLES MEDIDAS**

Al finalizar la fase de reversión sexual, se calcularon la sobrevivencia y ganancia de peso de los alevines mantenidos en cada recipiente.

## **2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Las observaciones de sobrevivencia y crecimiento de los peces fueron analizadas por un ANDEVA, y se hizo una separación de medias con la prueba SNK con el programa SAS “Statistical Analysis System” (SAS, 1997).

## **2.7 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Sé realizaron presupuestos para los costos de producción de alevines de tilapia en un estanque de concreto de 233 m<sup>2</sup> y para la reversión sexual de estos en tres recipientes. Cada presupuesto incluyo: mano de obra, alimento, semilla y equipo como costos variables y depreciaciones y costos administrativos como costos fijos.

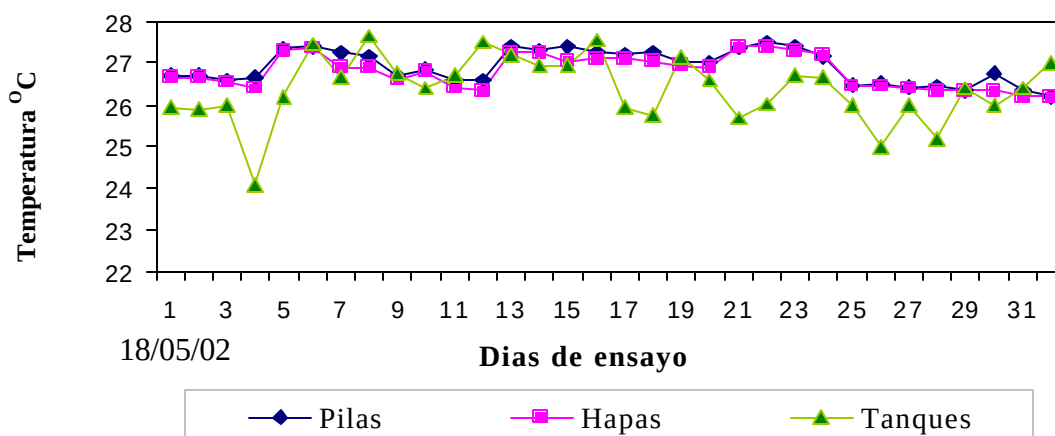
### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 CALIDAD DE AGUA

##### 3.1.1 TEMPERATURA

La tilapia es un pez tropical que crece bien entre los 25-32 °C (Meyer, 2001). Durante los 30 días que duró el ensayo las temperaturas promedio diarias en los diferentes recipientes estuvieron dentro del rango óptimo para la tilapia con 27 °C (Figura 1 y Cuadro 2). La temperatura fue similar en los tres tratamientos y probablemente no fue una variable que afectó el crecimiento, el que se puede ver reducido a temperaturas inferiores a los 20 °C (Popma y Green, 1990).

La magnitud de la fluctuación de temperatura fue aproximadamente dos veces más grande en los tanques (31%) que en las hapas y pilas (16% ambos). Ésta se debió principalmente a que el volumen de agua en los tanques era más pequeño (5% de las pilas) y éstas tenían paredes delgadas, a diferencia de las pilas de concreto que ofrecían un mayor aislamiento de la temperatura ambiental.



**Figura 1.** Temperaturas promedios diarias del agua durante el ciclo de reversión sexual en los diferentes recipientes. Las lecturas fueron tomadas en la mañana y tarde.

##### 3.1.2 OXÍGENO DISUELTO

La concentración de oxígeno disuelto en el agua siempre fue superior al rango aceptable para la tilapia (Cuadro 1) (Popma y Green, 1990). La aireación artificial continua del agua evitó condiciones de hipoxia a lo largo de todo el estudio.

**Cuadro 2.** Temperatura y oxígeno disuelto promedio diaria del agua durante el ciclo de reversión sexual en los diferentes recipientes.

| Recipiente | Parámetro        |      |           |      |                        |      |           |        |
|------------|------------------|------|-----------|------|------------------------|------|-----------|--------|
|            | Temperatura (°C) |      |           |      | Oxígeno Disuelto (ppm) |      |           |        |
|            | Max              | Min  | $\bar{X}$ | CV   | Max                    | Min  | $\bar{X}$ | CV     |
| Pila       | 29,0             | 24,5 | 27        | 16,7 | 9,22                   | 1,73 | 5,40      | 138,70 |
| Hapa       | 29,0             | 24,7 | 27        | 15,9 | 7,62                   | 2,70 | 5,20      | 94,62  |
| Tanque     | 31,0             | 22,6 | 27        | 31,1 | 9,62                   | 4,20 | 5,00      | 108,40 |

### 3.2 CRECIMIENTO

En general los pesos promedio finales de los peces en este estudio fueron menores que los reportados por Hurtado (2002). Esta diferencia se debió a la mayor densidad de siembra utilizada. Las ganancias de peso en los peces esta en relación inversa a la densidad de siembra. A pesar del crecimiento lento, se detectaron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los tres tipos de recipientes (Cuadro 3).

El peso de los alevines en las hapas fue superior al de los peces en los tanques, y el de éstos a su vez superior al de los peces en las pilas (Cuadro 3). Los promedios en los diferentes recipientes fueron similares a los obtenidos por Popma y Green (1990).

La diferencia en el peso promedio final entre tratamiento se atribuye a las diferencias en la densidad final en cada recipiente (Cuadro 3), ya que a una menor densidad, hay menor competencia por el alimento y espacio.

Los peces mantenidos en las pilas de concreto tuvieron el menor incremento de biomasa ( $\text{g/m}^3$ ), superado 300% por los peces en las hapas, y 400% por los peces en los tanques (Cuadro 3). Esto se debió al peso promedio final bajo y la sobrevivencia baja de los peces manejados en las pilas.

### 3.3 SOBREVIVENCIA

La sobrevivencia en los tanques circulares fue mayor que en los demás tratamientos ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 3). No hubo diferencia significativa entre la sobrevivencia de los peces manejados en hapas y pilas.

La rugosidad de la pared de los recipientes pudo haber influido en la sobrevivencia de los peces en cada tratamiento. En los tanques de fibra de vidrio, la rugosidad de las paredes es mínima, lo que evita que los alevines se lastimen al chocar contra ellas, mientras que las pilas de concreto tienen paredes con una alta rugosidad.

**Cuadro 3.** Incremento en biomasa, ganancia de peso y sobrevivencia de alevines de tilapia mantenidos en tres tipos de recipientes con una densidad inicial de 2000/m<sup>3</sup>.

| Parámetro                                           | Recipiente |        |        |
|-----------------------------------------------------|------------|--------|--------|
|                                                     | Pila       | Hapa   | Tanque |
| Peso Promedio Inicial (g)                           | 0.02       | 0.02   | 0.02   |
| Peso Promedio Final (g)*                            | 0.10 c     | 0.27 a | 0.19 b |
| Incremento en biomasa (g/m <sup>3</sup> )           | 80         | 235    | 335    |
| Promedio de alevines cosechados/recipiente          | 7182       | 612    | 592    |
| Densidad final (Número de alevines/m <sup>3</sup> ) | 1197       | 1020   | 1973   |
| Sobrevivencia (%)*                                  | 60 b       | 51 b   | 99 a   |

\* Las medias en la misma fila con diferente letras significa que se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

### 3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 3.4.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ALEVINES DE TILAPIA

El ciclo de reproducción en el estanque de 233 m<sup>2</sup> produjo 55,500 alevines aptos para la reversión sexual. El costo por alevín se estimó en US\$ 0,001(Cuadro 4), Popma y Green (1990) reportaron costos similares en Comayagua, Honduras.

#### 3.4.2 COSTOS DE REVERSIÓN SEXUAL DE ALEVINES DE TILAPIA

En el Cuadro 5 se presenta el detalle de los costos del proceso de reversión sexual en cada uno de los tratamientos bajo condiciones de Zamorano. Los costos más altos se encontraron en las hapas, lo que se debió principalmente a la baja sobrevivencia en estos recipientes. Los costos más bajos se obtuvieron en las pilas de concreto, cuyas dimensiones permiten alojar un mayor número de peces en cada ciclo. Los costos en los tanques fueron altos debido al número reducido de peces que se puede manejar en estos recipientes y a la depreciación.

Los costos variables fueron cinco veces mayores en las pilas que en los otros tratamientos, debido a la mano de obra necesaria para la cosecha. Entre los costos fijos, la depreciación de los equipos representó el 44.7% en las pilas, 58% en las hapas, y 57% en los tanques. La depreciación de la pila fue 54% y 65% mayor que las de las hapas y los tanques.

Los costos de reversión de alevines en Zamorano son inferiores a los obtenidos en Panamá (Engle, 1984). Según Aceituno et al. (1997), en Honduras el precio de venta promedio de alevines de tilapia revertidos sexualmente es de US\$ 0.02, con el cual se obtiene una rentabilidad de 400% para los peces mantenidos en pilas, 110% para las hapas, y 117% para los tanques.

**Cuadro 4.** Costos de producción intensiva de alevines de tilapia en un estanque de 233m<sup>2</sup>.

| CONCEPTO                                        | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO<br>(US \$) | COSTO<br>TOTAL |
|-------------------------------------------------|--------|----------|-------------------|----------------|
| <b>COSTOS VARIABLES</b>                         |        |          |                   |                |
| Alimento                                        | Kg     | 60.00    | 0.16              | 9.60           |
| Mano de obra                                    |        |          |                   |                |
| Preparación de estanque 11                      | jornal | 0.06     | 3.03              | 0.18           |
| Siembra y Cosecha de reproductores              | jornal | 0.25     | 3.03              | 0.76           |
| Sexado de reproductores                         | jornal | 0.25     | 3.03              | 0.76           |
| Siembra                                         | jornal | 0.06     | 3.03              | 0.18           |
| Cosecha de alevines                             | jornal | 2.50     | 3.03              | 7.58           |
| Alimentación y toma de temperatura<br>y oxígeno | jornal | 0.60     | 3.03              | 1.81           |
| <b>TOTAL DE COSTOS VARIABLES</b>                |        |          |                   | <b>11.26</b>   |
| <b>COSTOS FIJOS</b>                             |        |          |                   |                |
| Depreciación de equipos (redes, tambos, hapas)  |        |          |                   | 2.80           |
| Depreciación de vehículo                        |        |          |                   | 3.00           |
| Depreciación de malla contra pájaros            |        |          |                   | 0.48           |
| Depreciación de estanque (\$2000 en 1979)       |        |          |                   | 8.58           |
| Depreciación de 400 reproductores               |        |          |                   | 35.00          |
| Costos administrativos (5%)                     |        |          |                   | 2.70           |
| <b>TOTAL DE COSTOS FIJOS</b>                    |        |          |                   | <b>52.56</b>   |
| <b>TOTAL DE COSTOS</b>                          |        |          |                   | <b>63.82</b>   |
| Costo por cada 1000 alevines                    |        |          |                   | <b>1.16</b>    |

**Cuadro 5.** Costos de producción en la etapa de reversión sexual para 1000 alevines

| CONCEPTO                                              | UNIDAD        | Precio<br>( US \$) | Recipientes |              |          |              |          |              |
|-------------------------------------------------------|---------------|--------------------|-------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
|                                                       |               |                    | Pila        |              | Hapa     |              | Tanque   |              |
|                                                       |               |                    | Cantidad    | Total        | Cantidad | Total        | Cantidad | Total        |
| <b>Costos variables</b>                               |               |                    |             |              |          |              |          |              |
| Alevines                                              | 1000 alevines | 1.16               | 12.00       | 13.92        | 1.20     | 1.39         | 0.60     | 0.70         |
| Cosecha                                               | Jornal        | 3.03               | 1.00        | 3.03         | 0.50     | 1.52         | 0.50     | 1.52         |
| Conteo                                                | Jornal        | 3.03               | 0.20        | 0.61         | 0.20     | 0.61         | 0.20     | 0.61         |
| Siembra                                               | Jornal        | 3.03               | 0.06        | 0.18         | 0.06     | 0.18         | 0.06     | 0.18         |
| <b>Reversión sexual de alevines</b>                   |               |                    |             |              |          |              |          |              |
| Preparación del alimento                              | Jornal        | 3.03               | 0.20        | 0.61         | 0.20     | 0.61         | 0.20     | 0.61         |
|                                                       | cant*1000     |                    |             |              |          |              |          |              |
| Alimento 40 % con hormona                             | alevines      | 1.01               | 12.00       | 12.07        | 1.20     | 1.21         | 0.60     | 0.60         |
| Alimentación                                          | Jornal        | 3.03               | 0.05        | 0.15         | 0.05     | 0.15         | 0.05     | 0.15         |
| Monitoreo de calidad de agua                          | Jornal        | 3.03               | 0.20        | 0.61         | 0.20     | 0.61         | 0.20     | 0.61         |
| <b>Total de costos variables</b>                      |               |                    |             | <b>31.17</b> |          | <b>6.27</b>  |          | <b>4.97</b>  |
| <b>Costos fijos</b>                                   |               |                    |             |              |          |              |          |              |
| Depreciación de equipos **                            |               |                    |             | 2.80         |          | 2.80         |          | 2.80         |
| Depreciación de tanque circular* (\$80 en 5 años)     |               |                    |             | 0.00         |          | 0.00         |          | 1.6          |
| Depreciación de hapas* (\$45 en 3 años)               |               |                    |             | 0.00         |          | 1.50         |          | 0.00         |
| Depreciación de pilas de concreto* (\$300 en 10 años) |               |                    |             | 2.47         |          | 0.00         |          | 0.00         |
| Costos Administrativos ( 5%)                          |               |                    |             | 1.00         |          | 0.50         |          | 0.48         |
| <b>Total de costos fijos</b>                          |               |                    |             | <b>6.27</b>  |          | <b>4.80</b>  |          | <b>4.88</b>  |
| <b>Costo total</b>                                    |               |                    |             | 37.4         |          | 11.07        |          | 9.85         |
| <b>Costo por cada alevín producido</b>                |               |                    |             | <b>0.005</b> |          | <b>0.018</b> |          | <b>0.017</b> |
| <b>Costo por cada 1000 alevines producidos</b>        |               |                    |             | <b>5.20</b>  |          | <b>18.08</b> |          | <b>16.63</b> |

\*\* tambos, coladores, mallas, balanzas

\*las depreciaciones fueron calculadas dividiendo en precio del activo entre su vida útil en días de uso.

#### **4. CONCLUSIONES**

No se observaron diferencias en las temperaturas promedios diarias entre tipos de recipiente.

Las fluctuaciones de temperatura entre mañana y tarde fueron mayores en los tanques circulares.

Los alevines en las hapas alcanzaron un peso promedio final mayor al que se obtuvo en los tanques circulares y las pilas.

La reversión sexual resultó ser más rentable en las pilas que en los otros recipientes.

Para condiciones de Zamorano, la mayor sobrevivencia de los peces se obtuvo en los tanques.

## **5. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar la reversión sexual en pilas de concreto.

Seguir estudiando técnicas para mejorar la sobrevivencia en las pilas.



## **6. BIBLIOGRAFÍA**

ACEITUNO, C.; MEYER D. E.; GARCÍA A.; BARRERÁ J. 1997. Evaluación de alevines de tilapia adquiridos en diferentes centros de producción en Honduras, p. 206-208. Cuarto Simposio Centro-americano de Acuicultura, Tegucigalpa, Honduras, Latinoamericana Chapter of the World Aquaculture Society (WAS), Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH). Memoria 148 pp.

ENGLE, C. R., 1984. Costos de Producción de Semilla de entrega en Panamá. Revista Latino Americana de Acuicultura. Lima-Perú. No. 30 – 47. Pag.45.

FAO Fishery Resources Division. 1996. Inland Water Resource and Aquaculture Service, Review of state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular. No. 886, Rev. 1. Rome, FAO.

FITZSIMMONS, K. 2000. Tilapia: the most important Aquaculture species of the 21<sup>st</sup> century. Proceedings from the Fifth International Symposium on Tilapia Aquaculture. Vol. 1. Ed. by Kevin Fitzsimmons; Jomar Carvalho. 320 pp.

GALINDO, J.; 2000. Evaluación de dos sistemas de manejo para la producción masiva de alevines de tilapia. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15 pp.

HURTADO, M. 2002. Sobrevivencia y crecimiento de tilapia en tres recipientes. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 11pp.

MEYER, D. 2001. Acua-Noticias Zamorano, Control de reproducción de Tilapia. 8pp.

MEYER, D. 1998. Introducción a la Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 16pp.

POPMA, T. Y B. GREEN. 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. International center for acuaculture, Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama. Research and Development Series No. 35. 15pp.

SAS. 1997. Users Guide. “Statistical Análisis System” Institute Inc., Cary NC.