

**ZAMORANO**  
**Carrera de Ciencia y Producción**  
**Agropecuaria**

**Evaluación de la reproducción de tilapia**  
**(*Oreochromis niloticus*) en estanques**  
**revestidos de plástico, concreto y de tierra**

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

presentado por  
Vivian Lizeth Quan García

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2000

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

---

Vivian Lizeth Quan García

Zamorano-Honduras  
Diciembre, 2000

**Evaluación de la reproducción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques revestidos de concreto, plástico y de tierra.**

por

Vivian Lizeth Quan García

Aprobada :

---

Daniel E. Meyer, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Miguel Vélez, Ph.D  
Coordinador Area Temática

---

Isidro Matamoros, Ph.D.  
Asesor

---

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

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Carlos Miguel Leyva, Ing.  
Asesor

---

Keith Andrews, Ph.D.  
Director General

---

John Jairo Hincapié, Dr.  
Coordinador PIA

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso que ilumina mi camino.

A mi padre José Quan y mi madre Bibiana de Quan por todo su sacrificio, amor, apoyo y comprensión que me han brindado siempre, además, han sido mi inspiración toda la vida.

A mis hermanos José, Iris, Nancy y Javier por darme el apoyo y confianza en todo momento.

A mis sobrinitos, que son la alegría de todos.

A mis amigos Gracia, Enuvia, Wilfredo, Angel, Gloria, Juan Carlos por lograr que los momentos compartidos fueran inolvidables.

A Gracia y Milagros por su apoyo incondicional.

Aquella luz que siempre estará en mí corazón.

## **AGRADECIMIENTO**

Al todo poderoso por haberme mostrado que tan lejos puedo llegar.

A mi familia por darme amor y comprensión.

A mis hermanos por compartir mis penas y alegrías.

Al Dr. Daniel Meyer por todos los consejos, facilidades, la buena voluntad y el tiempo brindado durante la realización de este estudio, Gracias.

Al Dr. Miguel Vélez por su tiempo y paciencia.

A mis asesores Dr. Daniel Meyer, Dr. John Jairo Hincapié, Dr. Isidro Matamoros e Ing. Carlos Leyva por su ayuda y consejos.

A la Familia Lagos por su amistad.

Al Ing. Carlos Leyva, Ing. Ernesto Interiano, Luis Varela, José Urquia y el personal de campo por su apoyo en la realización de este ensayo.

A mis amigos Carolina, Fanny, Leonardo, Bertha, Doris, Sara, Sandra, Pablo, Gracia, Enuvia Wilfredo, Angel, Gloria, Barbara y Juan Carlos por brindarme su amistad.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para mantenerme en esta institución.

Al señor Rodrigo Albir, por su apoyo y colaboración en la financiación de mis estudios en el programa de ingeniería.

Al Dr. Daniel Meyer por su ayuda por medio del programa colaborativo de apoyo a la investigación en acuicultura / dinámica de estanques (PD/A CRSP).

## RESUMEN

Quan García, Vivian L. 2000. Evaluación de la reproducción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques revestidos de concreto, plástico y de tierra. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, Zamorano, Honduras, 18 p.

El cultivo comercial de la tilapia en Honduras se ha incrementado aceleradamente en los últimos 20 años. La tilapia tiene resistencia a enfermedades, es de fácil manejo y se adapta a diferentes medios de crecimiento y reproducción. Actualmente uno de los principales problemas que enfrentan las fincas comerciales es la falta de alevines para abastecer las necesidades del mercado. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra en la reproducción de tilapia. Se utilizaron 1600 hembras y 500 machos de *Oreochromis niloticus*, distribuidos en los estanques con una densidad de una hembra y 0.3 machos por metro cuadrado. Se realizaron cuatro repeticiones en ciclos de 20 días y las cosechas de los alevines se comenzaron al sexto día de la siembra de los reproductores. Los alevines fueron contados y clasificados por longitud para determinar el porcentaje óptimo para la reversión sexual, número de alevines por gramo de hembra y alevines por metro cuadrado. También se evaluó el costo de producción por alevín en los tres tipos de estanques. Se usó un diseño de bloques completamente al azar, realizando un análisis de varianza. En promedio los valores de alevines por gramo de hembra fueron 2.3, 2.2 y 1.8 para el estanque de plástico, concreto y de tierra respectivamente los cuales no mostraron diferencias estadísticas significativas al igual que las otras variables analizadas. El costo de producción por alevín fue de L 0.027, 0.021 y 0.021 para los estanques de plástico, concreto y de tierra, respectivamente.

**Palabras claves:** Alevines, densidad, reversión de sexo, revestido.

## NOTA DE PRENSA

### **¿LA REPRODUCCION DE TILAPIA PUEDE SER AFECTADA POR EL TIPO DE ESTANQUES?**

La industria piscícola de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Honduras se incrementa día a día debido a las muchas cualidades que este pez presenta, tiene un rápido crecimiento, es resistente a enfermedades y se adapta a condiciones poco favorables como concentraciones bajas de oxígeno en el agua. Honduras ocupa el tercer lugar en Latinoamérica como mayor exportador de filete de tilapia fresco a los Estados Unidos.

Uno de los principales problemas que enfrentan las fincas comerciales es la falta de alevines (peces pequeños), para abastecer las demandas necesarias de este cultivo. Las fincas dedicadas a este rubro están interesadas en encontrar el mejor manejo de los reproductores para incrementar el número de alevines por cosechas. Existen tres diferentes tipos de estanque para la reproducción de tilapia: el revestido de plástico, el revestido de concreto y el de tierra.

Con el fin de encontrar el mejor sistema que ayude a incrementar la población de alevines, la sección de acuicultura de Zamorano realizó un ensayo en la finca comercial Aquacorporación de Honduras S.A, ubicada en Río Lindo, departamento de Cortés, Honduras, entre junio y septiembre del año 2000.

Para el ensayo se sembraron los tres tipos de estanque. A lo largo de cuatro meses, se compararon las poblaciones promedios logradas en cuatro repeticiones. Al final de proceso, no se encontró diferencia entre los tres tratamientos.

Otros resultados que se obtuvieron fueron los relacionados con los costos de producir un alevín en cada uno de los tres medios. Se comprobó que el costo de producción por alevín en un estanque de plástico, es mayor que el costo de producción que el estanque revestido de concreto y de tierra. Sin embargo, estos últimos mostraron iguales costos de producción.

El estudio recomienda continuar con las investigaciones sobre la reproducción de tilapia en estos sistemas, en épocas cuando la temperatura baja y homogenizar al máximo las variables utilizadas, con el fin de encontrar mejores opciones de cultivo del pez.

---

Licda. Sobeyda Alvarez

## 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.....	x
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Anexos.....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 Localización.....	3
2.2 Animales.....	3
2.3 Tratamientos.....	3
2.4 Frecuencia de Cosechas de Alevines.....	4
2.5 Análisis de la Calidad del Agua.....	4
2.6 Variables Medidas.....	4
2.7 Diseño Experimental .....	5
2.8 Análisis Económico .....	5
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>6</b>
3.1 Tipos de estanques utilizados.....	6
3.2 Calidad de agua.....	6
3.3 Alevines por metro cuadrado.....	7
3.4 Número de alevines por gramo de hembra.....	8
3.5 Supervivencia de los reproductores.....	8
3.6 Porcentaje de alevines óptimos para la reversión sexo.....	9
3.7 Análisis económico.....	11
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>12</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>14</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>16</b>

**INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro</b>	<b>Pag.</b>
1. Descripción de los estanques de plástico, concreto y de tierra.....	6
2. Parámetros de calidad de agua en los tres estanques con valores promedios máximos y mínimos.....	7
3. Promedio de las variables medidas en los estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra del mes de junio hasta septiembre del año 2000.....	9
4. Totales y porcentajes de alevines mayores y menores de 12mm producidos en los estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra.....	9
5. Costo de producción por alevín en estanques de plástico, concreto y de tierra.....	11

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura</b>	<b>Pag.</b>
1. Resultados promedios del número de alevines mayores y menores de 12 mm en los estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra en Río Lindo, Cortés, Honduras.....	10

**INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo</b>	<b>Pag.</b>
1. Cálculo de los costos de producción de alevines en estanques revestidos en plástico, concreto y de tierra.....	16
2. Cálculo de depreciación en los tres estanques utilizados en el ensayo.....	18

## 1. INTRODUCCION

El cultivo de tilapia se ha popularizado en casi todo el mundo. Se estima que en 1995 hubo una producción mundial de 600,000 toneladas métricas (Guerrero, 1997), y en la actualidad esta cantidad se ha incrementado a más de 750,000 toneladas métricas (Meyer, 2000). En Honduras existen alrededor de 237 proyectos dedicados al cultivo de tilapia (Meyer, 1989) de las cuales 11 son fincas de producción intensiva (Green, 1999). En 1998 Honduras ocupó el tercer lugar de exportación de filete de tilapia fresco a los Estados Unidos.

Existen alrededor de 100 especies de tilapia originarias de Africa. La más popular para su cultivo en Honduras es *Oreochromis niloticus*. Este pez crece rápido, es prolífico y eficiente en la filtración de algas (Popma, 2000). Se adapta a diferentes sistemas de manejo (Fitzsimmons, 1997), es resistente a enfermedades y tolera salinidad hasta 35 ppt (Bardach *et al.*, 1990).

El cultivo de tilapia comercial depende primordialmente de una semilla de alta calidad y cantidad adecuada (Green, 1998). Uno de los factores importantes en la calidad de alevines para fincas comerciales es obtener poblaciones monosexuales con solo machos. Esto se logra con la aplicación de andrógenos a alevines con longitudes menores de 12 mm (Green, *et al.*, 1992). En Honduras la demanda de alevines para pequeños y medianos piscicultores es alrededor de 3,000,000 anuales. Las fincas comerciales requieren aproximadamente 15,000,000 alevines por año (Sarmientos y Lanza, 1995).

En las fincas comerciales se han implementado diferentes sistemas para producir un mayor número de alevines y mejorar su sobrevivencia evitando el canibalismo mediante cosechas parciales a lo largo de todo el ciclo reproductivo (Watanabe *et al.*, 1992).

Existen diferentes medios en los cuales se puede lograr la reproducción de tilapia. El más utilizado es en estanques de tierra en el cual se reportan producciones de 1.5 alevines por gramo de hembra (Hepher y Pruginin, 1989). Las ventajas del estanque de tierra son su bajo costo de construcción y alta productividad, la desventaja es el crecimiento de malezas en la orilla lo que interfiere en las labores de cosecha.

El costo de construcción es muy elevado en los estanques revestidos de plástico o concreto, pero la labor de cosecha causa menor tensión fisiológica en los reproductores ya que la cosecha final de los estanque es más rápido y los reproductores pasan menos

tiempo sin agua, otra ventaja es que hay menos pérdida de alevines ya que estos son cosechados en su totalidad (no quedan atrapados en los nidos ni charcos que se hacen en los de tierra).

Las fincas comerciales están interesadas en establecer un sistema de manejo más eficiente que les proporcione los alevines suficientes para mantener los ciclos de producción de la finca y con costos de operación razonables.

El objetivo del ensayo fue comparar la reproducción de la tilapia en estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra.

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 LOCALIZACION**

El estudio fue realizado en las instalaciones de Aqua Corporación de Honduras en la comunidad de Río Lindo, Cortés, a 184 km al norte de Tegucigalpa, a una altura de 80 msnm. La zona está bordeada por el Río Lindo y el desagüe de la planta hidroeléctrica Cañaverl, la cual descarga aproximadamente de 20 m<sup>3</sup>/seg de agua. El ensayo se realizó del 20 de Junio al 30 de Septiembre del 2000.

### **2.2 ANIMALES**

Se utilizaron reproductores adultos de *Oreochromis niloticus* con pesos promedios de 891 ± 229 gramos y 1,655 ± 164 gramos en hembras y machos, respectivamente, en el estanque de plástico; 975 ± 122 gramos y 1,650 ± 66 gramos, en el estanque de concreto; 879 ± 60 gramos y 1,377 ± 18 gramos en el estanque de tierra. Los peces fueron distribuidos entre los estanques al azar.

### **2.3 TRATAMIENTOS**

Se evaluaron tres tratamientos :

- Tratamiento 1: Estanque revestido de plástico con una superficie de 300 m<sup>2</sup>. Se sembraron los peces en una relación de 3:1 (hembras y machos) y a una densidad de una hembra por metro cuadrado.
- Tratamiento 2: Estanque revestido de concreto con una superficie de 300 m<sup>2</sup>. Se sembraron los peces en una relación de 3:1 (hembras y machos) y a una densidad de una hembra por metro cuadrado.
- Tratamiento 3: Estanque de tierra con una superficie de 1000 m<sup>2</sup>. Se sembraron los peces en una relación de 3:1 (hembras y machos) y a una densidad de una hembra por metro cuadrado.

Se realizaron 4 repeticiones en cada tipo de estanque con una duración de 20 días cada una y una semana de descanso entre cada ciclo.

## **2.4 FRECUENCIA DE LAS COSECHAS DE LOS ALEVINES**

En cada estanque en el sexto día del cultivo se realizó la primera cosecha de alevines con una malla fina de 1 mm de luz. Se pasó la malla por toda la orilla de cada estanque evitando arrastrar el fondo. Los alevines recolectados fueron colocados en una tina clasificadora con una malla de 2 mm para separarlos según su largo. Esta labor se hizo simultánea en los tres estanques entre las 9:00 a.m. y las 11:00 a.m.

Terminada la cosecha y clasificación se determinó el peso seco y se los contó. El fin de la clasificación es asegurar que el tratamiento con hormona sera efectivo, ya que con un tamaño mayor de 12 mm los alevines ya tienen diferenciados sus órganos sexuales. Las cosechas parciales se realizaron durante catorce días consecutivos.

La cosecha final de los tres estanques se realizó entre el día 18 y 20 del cultivo. La cosecha se inició bajando el nivel del agua para facilitar sacar los reproductores. Con una malla de luz de 1cm se sacaron los reproductores que fueron trasladados a otro estanque separándolos por sexo durante una semana.

Terminada la labor de sacar los reproductores se bajó el nivel de los estanques hasta la altura de la caja de cosecha. Con la malla de 1 mm. se sacaron los alevines que se colocaron en la tina clasificadora con una malla de 2mm; los que quedaron retenidos en la malla fueron desechados debido a que su tamaño era mayor de los 12 mm. y los que pasaron se llevaron a las pilas de reversión sexual.

## **2.5 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA**

El oxígeno disuelto y la temperatura del agua se midieron diariamente a las 5:00 a.m. y 1:00 p.m utilizando un oxigenómetro marca YSI modelo 95. El pH y el nitrógeno amoniacal fueron medidos dos veces por semana con un colorímetro marca Hach; la turbidez fue medida con el disco Sechi dos veces por semana.

## **2.6 VARIABLES MEDIDAS**

En los doce ciclos de reproducción se evaluó:

- El número de alevines producidos por gramo de hembra reproductora.
- El número de alevines por metro cuadrado de agua del estanque.
- El porcentaje de alevines mayores y menores de 12 milímetros.
- La sobrevivencia de los reproductores.
- Los parámetros de calidad de agua.

## **2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los peces fueron distribuidos en los tres estanques en un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con medidas repetidas en tiempo. Se realizó un ANDEVA para comparar los resultados del experimento. Cada tratamiento se repitió cuatro veces. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS, 1996).

## **2.8 ANALISIS ECONOMICO**

El análisis económico fue realizado tomando en cuenta los costos variables y fijos y fue promediado por las cuatro repeticiones.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 TIPOS DE ESTANQUES UTILIZADOS

La mayoría de las fincas que cultivan tilapia utilizan estanques de tierra debido a su bajo costo de construcción y la alta productividad natural de los peces. Si se le proporciona un buen mantenimiento la vida útil puede incrementarse. Para los estanques revestidos se necesita una fuerte inversión, pero se mejora la calidad del agua y se facilitan las labores de cosecha. Debido al mantenimiento diferente que se les da a los estanques estos pueden variar en el número de cosechas al año; en el caso del estanque de tierra se requiere de cierto tiempo para su preparación antes de iniciar el próximo ciclo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los estanques de plástico, concreto y de tierra.

Tipo de estanque	Area m <sup>2</sup>	Vida útil m <sup>2</sup>	Costo de construcción / m <sup>2</sup>	Datos de los estanques			
				Costo total de construcción	# de ciclos por año	Estimación de depreciación / ciclo (lps)	Facilidad de manejo
plástico	300	15	958	287,466	15	945	+++
concreto	300	20	535	160,656	15	396	+++
tierra	1000	12	283	283,075	12	1421	++

#### 3.2 CALIDAD DE AGUA

No se detectó ninguna relación entre la temperatura del agua y la producción de alevines. La temperatura promedio de los tres estanques fue de 28.6°C con ligeras variaciones entre tratamientos (Cuadro 2). Durante el ensayo la temperatura fue adecuada para el cultivo y no se observaron diferencias entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ). La temperatura optima para el desove de tilapia es de 26-30°C (Hepher y Pruginin, 1989).

El oxígeno disuelto en los tres estanques en promedio estuvo por encima de los valores óptimos para el cultivo (2 ppm) y no se encontraron diferencias entre tratamientos.

El análisis de turbidez y la producción de alevines tuvo una correlación positiva alta ( $r = 0.9$ ) en el estanque de concreto y plástico, pero en el estanque de tierra

la correlación fue prácticamente nula ( $r = 0.05$ ), esto posiblemente se debió a diferencias en la penetración de luz entre el estanque de tierra y los demás (Cuadro 2); ya que la producción de alevines aumenta con la penetración de luz.

El nitrógeno amoniacal se presenta en dos formas en el agua como amonio ionizado y no ionizado, este último es el más tóxico. Concentraciones de  $\text{NH}_3$  superiores a 0.6 ppm pueden provocar mortalidad en los peces (Zelaya, 1998). En el ensayo no se encontraron valores que pudieran afectar la sobrevivencia de los peces (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros de calidad de agua en los tres estanques con valores promedios, máximos y mínimos.

Parámetros (unidades)	Plástico			concreto			tierra		
	max.	min..	prom.	max.	min..	prom.	max.	min..	prom.
Temperatura (°C9)	31.7	25.7	28.4	30.2	25.2	28.5	32.5	27.2	28.9
Oxígeno ( ppm)	4.01	0.24	2.17	4.71	1.21	2.54	4.62	1.05	2.70
pH (unidades)	9	7.6	7.9	8	7.5	7.8	8	7.5	7.7
TAN ( ppm)	0.95	0.05	0.22	0.07	0.01	0.04	0.12	0.02	0.05
Turbidez (cm)	95	62	78	62	37	49	46	35	35

prom. = promedio

### 3.3 ALEVINES POR METRO CUADRADO

La producción de alevines en los tres estanques fue elevada (Cuadro 3). No hubo diferencia ( $P < 0.05$ ) en el número de alevines producidos por metro cuadrado entre los estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra. Hubo mucha variación en el número de alevines producidos entre réplicas.

Los alevines de los estanques revestidos fueron cosechados parcialmente en un mismo día. Según Green *et al.*, (1992) las cosechas más frecuentes o parciales dan como resultado mayores valores acumulativos, posiblemente en respuesta a una reducción en el canibalismo. Por su mayor área superficial, los alevines del estanque de tierra se cosecharon un día después. Este procedimiento se prolongó en el estanque de tierra dos días más que en los revestidos.

### **3.4 NUMERO DE ALEVINES POR GRAMO DE HEMBRA**

No se observaron diferencias entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) en cuanto a la producción de alevines por gramo de hembra. La producción de alevines esta mayormente relacionada a la biomasa de las hembras reproductoras (Popma y Green, 1990). Según Hopher y Pruginin (1989), una hembra de *O. niloticus* que pesa de 600 a 1000g puede desovar de 1000 a 1500 alevines por m<sup>2</sup>. Los valores obtenidos en el ensayo en los estanques de plástico y concreto sobrepasaron este número (Cuadro 3).

La tendencia observada de una mayor producción de alevines entre los estanques revestidos de plástico y concreto puede ser atribuida a varios factores. En los estanques de plástico y concreto la recolección diaria de alevines se realiza por la orilla del estanque sin ninguna interferencia. En el estanque de tierra los alevines quedan atrapados en la maleza. Además los machos hacen nidos en el fondo para la fertilización de los huevos (Hopher y Pruginin, 1989) lo que trae como resultado que algunos alevines queden atrapados en los nidos. Otra razón que posiblemente redujo la producción de alevines en tierra fue la menor biomasa de hembras por m<sup>2</sup> debido a la mortalidad de estas (Cuadro 3).

El número de alevines por gramo de hembra superó las producciones reportadas en México (0.9 – 1.1), Ecuador (0.7 – 1.4) y Honduras (1.0 – 1.5 alevines/gramo de hembra) en estanques de tierra (Phelps y Popma, 2000).

### **3.5 SOBREVIVENCIA DE LOS REPRODUCTORES**

Las tilapias son peces resistentes y fuertes, pero un mal manejo al momento de la cosecha puede provocar una tensión fisiológica que los vuelve más susceptibles a enfermedades y ataque de parásitos (Meyer, 2000).

No hubo diferencia significativa en la sobrevivencia de los reproductores entre tratamientos, aunque si una tendencia a mayor mortalidad en el estanque de tierra (Cuadro 3). Posiblemente esto se debe al manejo en el momento de la cosecha final, ya que algunos peces quedan estancados en el lodo cuando el estanque es drenado, y sufren un debilitamiento por anoxia que los hace más susceptibles a la infestación de parásitos en la piel y las branquias (Hopher y Pruginin, 1989).

Cuadro 3. Promedio de las variables medidas en los estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra del mes de junio hasta septiembre del año 2000.

Tipo De estanque	Area m <sup>2</sup>	Producción de Alevines /ciclo	# de alevines /m <sup>2</sup> /ciclo	# de alevines/ gramo hembra/ciclo	% de sobrevivencia de los reproductores
plástico	300	587,162±100,509	1957 <sup>a</sup>	2.3 ± 0.74	92
concreto	300	595,059±192,893	1984 <sup>a</sup>	2.2 ± 0.66	86
tierra	1000	1,411,134±409268	1411 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.59	80

### 3.6 PORCENTAJE DE ALEVINES OPTIMOS PARA LA REVERSIÓN DE SEXO

En una explotación comercial de tilapia se requiere de poblaciones monosexo de machos por su crecimiento rápido y su eficiencia en conversión alimenticia, algo que no es logrado por la hembra debido a que gran parte de su vida incuba los huevos en la boca y no se alimenta (Popma, 2000). La reversión de sexo es una alternativa para lograr poblaciones de casi 100% machos, pero para esto se necesitan alevines recién eclosionados de 9 a 11 mm de longitud, ya que en este momento sus gónadas no están diferenciadas (Green *et al.*, 1992). Se ha demostrado que en alevines entre 7-13 mm de longitud el porcentaje de reversión es de 98%, pero de 14-15 mm baja hasta 87% (Popma, 2000). En la figura 1 se muestra la tendencia de la cantidad de alevines que califican para la reversión y los que son rechazados en los tres sustratos plástico, concreto y tierra.

En los tres tipos de estanques aparecieron los primeros alevines durante el séptimo y octavo día de cultivo. Las mayores cosechas fueron realizadas entre los días 10 al 15 de cada ciclo de producción (figura 1).

La proporción de alevines que calificó para la reversión de sexo fue muy baja y similar en los tres tipos de estanque (Cuadro 4). Esto fue debido a que se utilizó una malla de luz de 2 mm con el fin de asegurar que los alevines seleccionados estaban calificados para el tratamiento hormonal.

Cuadro 4. Totales y porcentajes de alevines mayores y menores de 12mm producidos en los estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra.

Tipo de Estanque	Alevines		
	Número total / ciclo	< de 12 mm (%)	> de 12 mm (%)
Plástico	587,162	53 <sup>a</sup>	47
Concreto	595,059	58 <sup>a</sup>	42
tierra	1,411,134	68 <sup>a</sup>	32

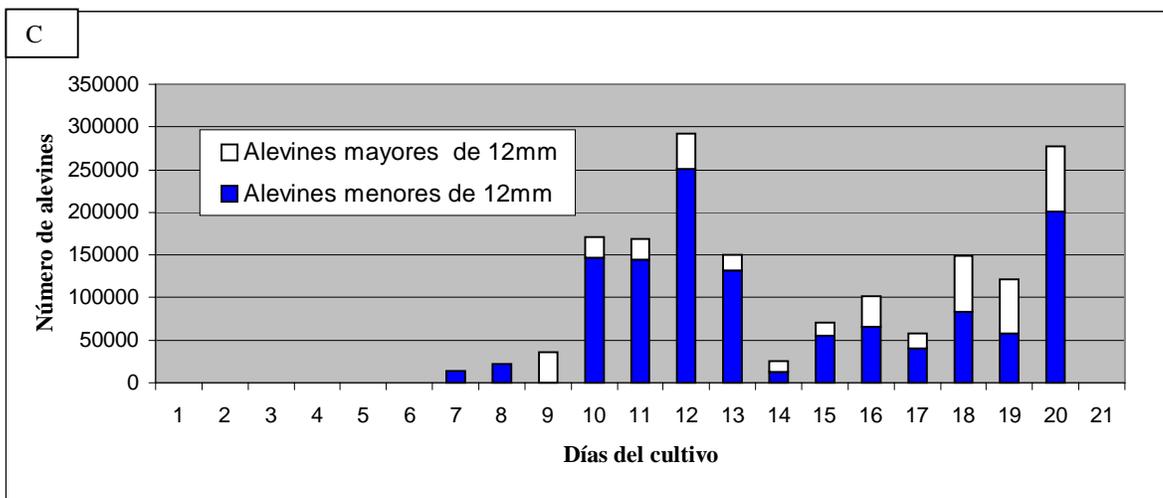
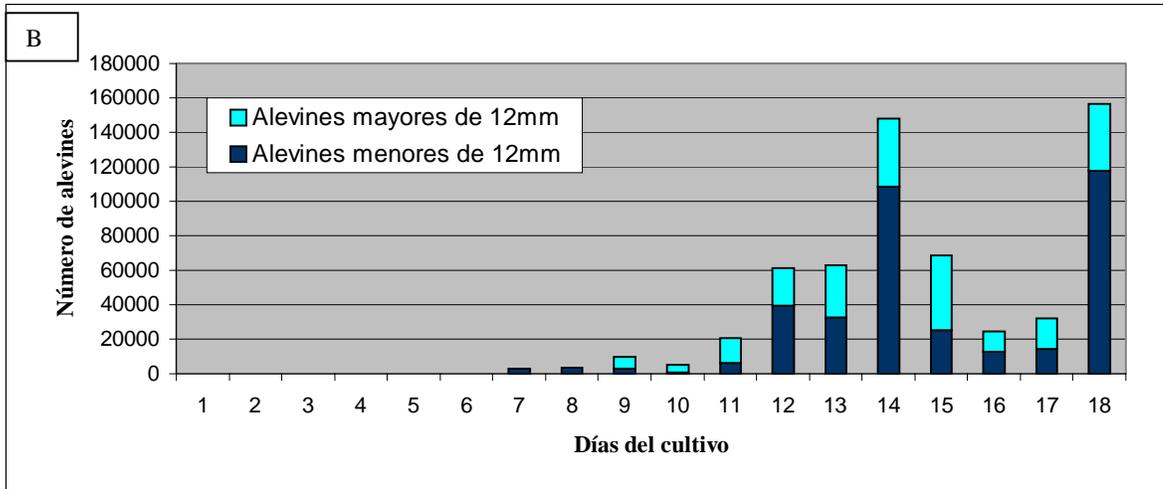
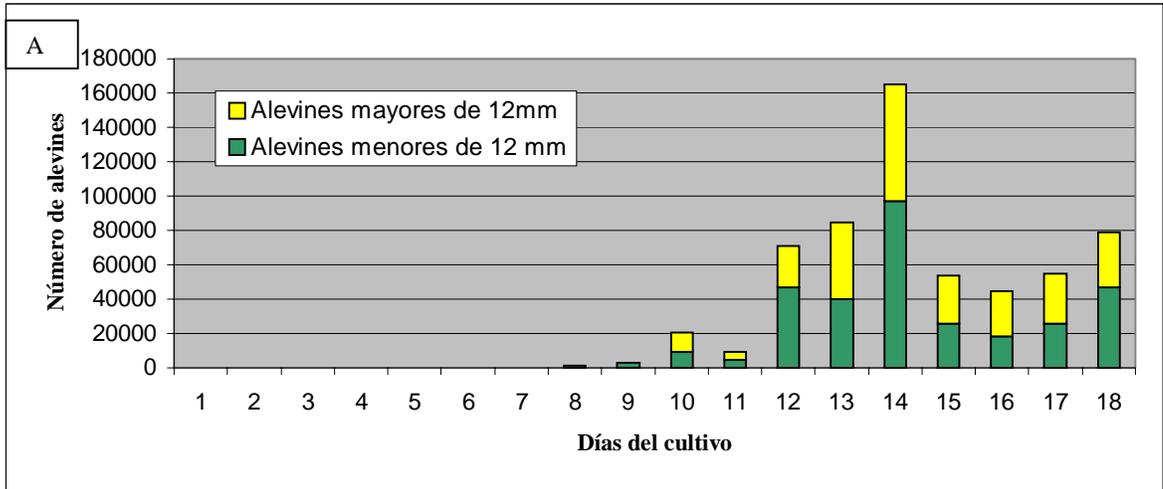


Figura 1. Resultados promedios del número de alevines mayores y menores de 12 mm en los estanques revestidos de plástico (A), concreto (B) y de tierra (C) en Río Lindo, Cortés, Honduras.

### 3.6 ANALISIS ECONOMICO

El costo variable más alto en los tres tratamientos fue el alimento a los reproductores el cual representó un 65% de los costos variables en el estanque de plástico, 66% en el de concreto y 81% en el de tierra (Anexo 1).

La construcción de estanques es el valor más alto en los costos fijos. El estanque de plástico tiene un costo de L 287,466, una vida útil de 15 años, y representa 72% de los costos fijos. El estanque de concreto tiene un costo de L 160,656 y una vida útil de 20 años y presenta el 52% de los costos fijos. El estanque de tierra tiene un costo de L 283,075 y una vida útil de 12 años.

Los estanques de tierra y concreto tuvieron los mismos costos de producción de un alevín. En el estanque revestido de plástico el costo de producir un alevín se incrementó en un 22.2% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Costo de producción por alevín en estanques de plástico, concreto y de tierra en ciclos de 20 días.

Ingresos	Tipo de estanque		
	Plástico	concreto	tierra
Alevines (unidades)	318,519.00	366,817.00	982,062.00
Costos de operación (L)			
Costos totales variables	5,221.85	5,642.30	16,052.60
Costos totales fijos	3,494.07	2,029.87	4,757.76
Costos totales de operación	8,715.92	7,672.17	20,810.36
Costo / unidad de alevín	0.027	0.021	0.021

Cambio de moneda \$ 1.00 = L 15.06 al momento de realizar el ensayo.

## **4. CONCLUSIONES**

1. El tipo de estanque no tuvo ningún efecto en la cantidad de alevines producidos por gramo de hembra ni por metro cuadrado.
2. Los parámetros de calidad de agua no mostraron ninguna diferencia entre los tratamientos.
3. El porcentaje de alevines que clasifican para la reversión sexual no presentó diferencias entre los estanques.
4. Los costos de producir un alevín en estanques de tierra, concreto y plástico fue de L 0.021, 0.02 y 0.027, respectivamente.

## **5. RECOMENDACIONES**

1. Se debe continuar con este ensayo en los meses de noviembre, diciembre y enero en que las temperaturas bajan y este parámetro es de mucha importancia en la reproducción de las tilapias.
2. Usar estanques de igual tamaño para realizar próximos ensayos.
3. Realizar un estudio para evaluar la reproducción de tilapia con diferentes días por ciclo de reproducción.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

BARDACH, J.E.; RYTHUR, J.H.; MCLARNEY, W.O. 1990. Acuacultura crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Trad. por Linda Sthella Westrup. Ed. A.G.T. México, D.F., México. p. 231.

FITZSIMMONS, K. 1997. Introduction to tilapia production systems. *In* Tilapia aquaculture proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture Orlando, Florida. Ed. por Kevin Fitzsimmons. Ithaca, New York, NRAES. p. 317-318.

GREEN, B.W. 1999. Sistemas de Producción de Tilapia en Honduras. *In* Quinto Simposio Centroamericano de Acuicultura. Ed. por Bartholomew W. Green, Henry C. Clifford III, Marion McNamara y Gabriela Montaña Moctezuma. San Pedro Sula, Honduras. p. 254-257.

GREEN, B.W. 1998. Tilapia reproduction. *In* Feria Internacional de Acuicultura. Ed. por Sociedad Venezolana de Acuicultura y Asociación Americana de Soya. Venezuela.

GREEN, B.W.; TEICHERT-CODDINGTON, D.R.; HANSON, T.R. 1992. Desarrollo de tecnologías de acuicultura semi-intensiva en Honduras. Ed. por Centro Internacional para la Acuicultura y Medio Ambientes Acuáticos. Trad. por Gabriela Montaña. Universidad de Auburn, Alabama (EE.UU.) 45:5-8.

GUERRERO III, R.D. 1997. Tilapia Farming. Bay, Laguna, Philippines, AQUATIC BIOSYSTEMS. 70 p.

HERHER, B.; PRUGININ, Y. 1989. Cultivo de peces comerciales. Trad. por Luis Fernando Canudas y Eulalia Espinosa Acuña. México, D.F., México, LIMUSA. 316 p.

MEYER, D.E. 1989. Realidad de la acuicultura en Honduras y sus limitaciones. *In* Memoria Encuentro Nacional de Acuicultura COINDAH. Ed. por Meyer, D.E.; Luna, N.; Reyes, G. Ceiba (Honduras) 30(2):9.

MEYER, D.E. 2000. El cultivo exitoso de tilapia. Programa colaborativo en apoyo de la investigación en dinámica de estanques y acuicultura. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13 p.

PHELPS, R.P.; POPMA, T.J. 2000. Sex reversal of tilapia. Ed. for Tilapia Aquaculture in the Americas. Baton Rouge, Louisiana, United States. p. 34.

POPMA, T.J. 2000. Cultivo exitoso de tilapia. Zamorano. Honduras. s.p.

POPMA, T.J.; GREEN, B.W. 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Research and Development Series N° 35. International Center for Aquaculture. Auburn university. Auburn, Alabama. p. 15.

SARMIENTO, M.T.; LANZA, W. 1995. Situación Actual del Cultivo de Tilapia en Honduras. In Primer Simposio Centroamericano Sobre Cultivo de Tilapia. Ed. por Nazira Gálvez, Jorge Günther, Antonio Porras, Hugo Pérez Athanasiadis y Wounter Zurburg. San José, Costa Rica. p. 16.

S.A.S. 1996. S.A.S. User's guide: Statistics. S.A.S. Inst., Inc., Cary, NC.

WATANABE, W.O.; SMITH, S.J.; WICKLUND, R.I.; OLLA, B.L. 1992. Hatchery production of Florida red tilapia seed in brackishwater tanks under natural-mouthbrooding and clutch-removal methods. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam. p. 77-88.

ZELAYA MONTES, O.D. 1998. Análisis de la Calidad del Agua en Cultivos Comerciales de Tilapia en Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 26 p.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Calculo de los costos de producción de alevines en estanques revestidos en plástico, concreta y de tierra.

Ingresos	Categoría	plástico	concreto	tierra
alevines unidades		318519	366817	982062
<b>Costos variables</b>				
Lavado de pila	jornal	3,90	3,90	46,80
Saneamiento	jornal	2,34	2,34	2,54
Cloro	producto	37,54	37,54	125,10
Encalado	jornal	2,00	2,05	6,82
Cal	producto	32,99	32,99	109,96
Sexado	jornal	13,45	13,45	13,45
Pesado	jornal	0,10	0,05	0,10
Conteo	jornal	0,87	0,44	0,87
Siembra	jornal	2,00	1,02	2,05
Oxígeno	energía	131,36	131,36	0,00
Aplicación de sal	producto	44,99	44,99	44,99
Temperatura	jornal	1,49	1,49	1,49
Oxígeno	jornal	1,49	1,49	1,49
Alimentación	jornal	12,70	0,87	12,70
Alimentación	producto	3391,20	3747,60	13057,20
Traslado	jornal			21,93
Cosecha y clasificación	alevines	509,60	586,90	1571,30
Cosecha	jornal	339,30	339,30	339,30
Clasificación	jornal	169,65	169,65	169,65
Siembra	jornal	29,25	29,25	29,25
Aplicación de sal	producto	44,99	44,99	44,99
Formalina	producto	79,87	79,87	79,87
Aplicación de formalina	jornal	2,92	2,92	2,90
Muestreo	jornal	7,02	7,02	7,02
Temperatura	jornal	1,49	1,49	1,49

Oxígeno	jornal	1,49	1,49	1,49
Oxigenación	energía	354,20	354,20	354,20
Transporte de oxígeno	combustible	3,66	3,66	3,66
<b>Total de costos variables</b>		<b>5221,85</b>	<b>5642,30</b>	<b>16052,60</b>

<b>Costos fijos</b>				
Depreciación de los reproductores	unidad	174,86	174,86	582,83
Depreciación de los reproductores	unidad	127,19	127,19	423,56
Depreciación de chinchorro rep	unidad	14,19	14,19	14,19
Depreciación de chinchorro 2 mm	unidad	15,80	15,80	15,80
Depreciación de chinchorro 3 mm	unidad	15,80	15,80	15,80
Depreciación de chinchorro 1 mm	unidad	0,36	0,36	0,36
Cubetas plásticas	unidad	0,30	0,30	0,30
Tambo de 125 gl	unidad	2,64	2,64	2,64
Balanza	unidad	1,55	1,55	1,55
Balanza	unidad	1,77	1,77	1,77
Soporte de balanza	unidad	1,59	1,59	1,59
Medidor de Temp. y oxígeno	unidad	8,74	8,74	8,74
Cilindros de oxígeno	unidad	0,82	0,82	0,82
Separador de alevines	unidad	0,50	0,50	0,50
Coladores	unidad	0,02	0,02	0,02
Escurreidores	unidad	2,42	2,42	2,42
Blowers	unidad	22,45	22,45	0,00
Depreciación del carro	unidad	80,40	80,40	80,40
Depreciación de la bodega	unidad	25,20	25,20	25,20
Depreciación del estanque	unidad	2520,20	1056,00	3102,00
Gastos administrativos		477,27	477,27	477,27
<b>Total de costos fijos</b>		<b>3494,07</b>	<b>2029,87</b>	<b>4757,76</b>
<b>Total de costos de operación</b>		<b>8715,92</b>	<b>7672,18</b>	<b>20810,37</b>
<b>Costo c/alevin</b>		<b>0,027</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>

Anexo 2. Calculo de depreciación de los tres tipos de estanque utilizados en el ensayo.

Tipo de estanque	Costo / unidad	cantidad	Vida útil	Depreciación total (L)
plástico	287,466	1	15	2520
concreto	160,656	1	20	1056
tierra	283,075	1	12	3102