

**Comparación del manejo de los reproductores
de tilapia roja en pilas de concreto
con y sin hapas**

Aníbal Araúz Méndez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Comparación del manejo de los reproductores de tilapia roja en pilas de concreto con y sin hapas

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

Presentado por

Aníbal Araúz Méndez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Comparación del manejo de los reproductores de tilapia roja en pilas de concreto con y sin hapas

Presentado por:

Aníbal Araúz Méndez

Aprobado:

Daniel E. Meyer, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director de la Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

Claudio Castillo, Ing. Agr.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

John J. Hincapié, Ph.D.
Coordinador del Área Temática
Zootecnia

Kenneth L. Hoadley, D. B. A.
Rector

RESUMEN

Araúz, A. 2008. Comparación del manejo de los reproductores de tilapia roja en pilas de concreto con y sin hapas. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

La tilapia es el pez más importante en la piscicultura de Centro América y el segundo más importante en Latino América. El desarrollo de su cultivo es limitado frecuentemente por la falta de semilla para comenzar cada ciclo de producción. El objetivo del estudio fue comparar el manejo de los reproductores de tilapia roja en pilas de concreto con o sin hapas. Se sembraron aproximadamente 6 kg de hembras adultas en cada una de cuatro pilas ($8.0 \times 2.0 \times 1.1$ m) con una proporción de tres hembras por cada macho. Se colocó una hapa ($7.0 \times 1.2 \times 1.0$ m) en dos de ellas. Las crías producidas en las pilas con hapas fueron recolectadas de la cavidad bucal de cada hembra semanalmente. Tres veces a la semana se recolectaron los alevines del agua en las pilas sin hapas. Las crías fueron contadas individualmente y se estimó el número de crías producidas/g de hembra, número de crías producidas/m² de pila, número de crías producido/día, y se evaluó la ganancia de peso y sobre vivencia de los peces adultos. Todos los adultos sembrados originalmente sobrevivieron los 42 días del ensayo a pesar de haber sido sometidos a mucho manipuleo semanalmente. Las hembras manejadas en las pilas sin hapas ganaron 34.6 g en promedio durante el ensayo versus 11.2 g para las hembras en las hapas. En promedio la producción semanal de crías fue cuatro veces superior en las hapas ($P \leq 0.05$). No se encontró ninguna correlación entre el número de huevos en cada camada y el peso de la hembra. Manejar los peces en hapas resulta en una mayor producción de crías con un incremento mínimo en los costos.

Palabras claves: Alevines, reproducción de peces, piscicultura.

ABSTRACT

Araúz, A. 2008. Comparison of the management of red tilapia broodstock in concrete tanks with and without hapas. Graduation Project (Thesis) of the B.S. Program in Agricultural Sciences and Production, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tilapia is the most important species for fish culture in Central America and the second most important in Latin America. Tilapia culture is often limited by the lack of quality seed to begin each new production cycle. The objective of this experiment was to compare the management of red tilapia brood stock in concrete tanks with and without hapas. Approximately 6 kg of adult females were stocked in each of four tanks (8.0 × 2.0 × 1.1 m) with a 3:1 female to male proportion. A hapa (7.0 × 1.2 × 1.2 m) was placed in each of two of these tanks. The offspring from the fish in the hapas was removed from incubating female's mouths weekly. Fry swimming in the water of the tanks without hapas were collected three times per week. The offspring were individually counted to determine the total produced and estimate the number of offspring produced/g of female, number of offspring produced/m² of tank, number of fry produced/day, and evaluate the growth and survival of the adult fish. All of the adult fish originally stocked in the experiment survived the 42-day trial in spite of the intensive management and frequent weekly handling to which they were submitted. The female fish in tanks without hapas gained an average of 34.6 g in weight during the 42-day experiment while the females in hapas gained 11.2 g on average. The average weekly production of offspring was approximately 4× greater ($P \leq 0.05$) for the fish held in tanks with hapas compared to the capture of fry from the tanks without hapas. No correlation was found between the number of eggs in each clutch and the weight of the female red tilapia. The use of hapas to manage the adult red tilapia results in a greater production of offspring and has only a minimum effect on the total estimated production costs.

Key words: Fry, fish reproduction, fish culture.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Figuras.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	8
LITERATURA CITADA.....	9

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro		Página
1.	Monitoreo de la calidad del agua en cuatro pilas de concreto ($8.0 \times 2.0 \times 1.1$ m y llenadas con aproximadamente con 15 m^3 de agua cada una) durante 42 días en Zamorano, Honduras.....	4
2.	Ganancia de peso de machos y hembras adultos y producción de crías de tilapia roja con dos manejos en pilas de concreto ($8.0 \times 2.0 \times 1.1$ m).....	5
3.	Estimado de los costos (US\$) de fabricación de una hapa de ($7.0 \times 1.2 \times 1.0$ m) para reproducción de tilapia roja.....	7
Figura		
1.	Recolección promedio semanal de crías (huevos, embriones, peces-larva y alevines) de tilapia roja con los peces adultos manejados en hapas o libres en pilas de $8.0 \times 2.0 \times 1.1$ m durante un periodo de 42 días en Zamorano, Honduras.....	6
2.	Correlación entre el número de huevos, embriones y larvas por postura y el peso de la hembra de tilapia roja durante un ciclo de reproducción intensiva en Zamorano, Honduras.....	7

INTRODUCCIÓN

La piscicultura esta ganado importancia como actividad productiva en muchas partes del mundo. Un elemento importante para el desarrollo y expansión de la piscicultura es contar con la semilla necesaria para comenzar cada ciclo de producción. La semilla consiste en los alevines o peces pequeños para sembrar en los estanques u otras unidades de la finca. Es impensable la piscicultura sin la propagación masiva, artificial o semi-artificial, de semilla de peces de las especies cultivadas (Woynarovich y Horváth 1981).

La tilapia es una especie oriunda de África. Actualmente es el pez más importante en la piscicultura de Centro América y el segundo más importante en Latino América. En la región muchas especies nativas, pero ninguna de las conocidas hasta ahora, reúne e iguala las características y bondades de la tilapia para su cultivo.

La tilapia es un pez de agua dulce, resistente al manipuleo, adaptable a las condiciones de cautiverio y que presenta raros o infrecuentes episodios de patologías. Es un pez que consume fitoplancton, detritus y otra gran variedad de alimentos naturales y artificiales. Tiene un crecimiento rápido y su carne es de color blanco, textura sólida y excelente sabor (Teichert-Coddington y Green 1997; Meyer y Triminio 2007).

En Centro América existen miles de proyectos piscícolas, en su mayoría de pequeña o mediana escala. Estos proyectos operan con muchas limitantes siendo una de ellas la dificultad de obtener los alevines requeridos en iniciar un nuevo ciclo de producción (Meyer y Triminio 2007).

Existen diferentes manejos e instalaciones físicas para la producción de alevines, así como diferentes especies y líneas genéticas de tilapia. La tilapia roja es menos prolífica que los peces grises en su reproducción (Meyer y Triminio 2007).

Los objetivos del estudio fueron evaluar la sobrevivencia y la ganancia de peso de los peces adultos, la producción promedio de crías, determinar si existe correlación entre el peso de la hembra y el número de huevos en cada camada, estimar el costo de fabricación de una hapa y su posible impacto en los costos de la producción de crías de tilapia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre julio y septiembre del 2008 en la Estación de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana ubicada 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 anual de 1100 mm. En esta zona se presentan dos estaciones bien definidas a lo largo del año, una lluviosa de junio a noviembre y otra seca de diciembre a mayo.

Se utilizaron cuatro pilas de concreto, con dimensiones de 8.0 × 2.0 × 1.1 m colocando una hapa de 7.0 × 1.2 × 1.0 m en dos de ellas. Una hapa es una red en forma de bolsa donde los peces pueden ser cultivados en cautiverio. Las esquinas y la orilla de cada hapa fueron sostenidas por encima del agua por cuerdas y tubos de PVC.

Los reproductores fueron sembrados en las pilas con y sin hapa respectivamente. Se mantuvo aireación continua del agua de cada pila por medio de una piedra difusora. Cada pila con los reproductores fue recubierta con una lámina de plástico transluciente para invernadero de 0.15 mm de espesor.

Se seleccionaron peces adultos de similar tamaño y peso de entre los reproductores de tilapia roja manejados en la Estación de Acuicultura. Se sembraron aproximadamente 6 kg de hembras adultas en cada pila con una proporción de tres hembras por cada macho.

Los peces adultos descansaron, separados según su sexo, en pilas durante siete días antes de entrar al ensayo y fueron pesados individualmente al iniciar y finalizar el ensayo de 42 días de duración.

Tres veces a la semana se recolectaron los alevines en el agua de las pilas sin hapa. La recolección se hizo a las 7:00 a.m. utilizando una red de mano o “chayo” con malla fina (< 1 mm de luz). Todos los alevines recolectados fueron contados. Al final del ensayo se drenó cada pila para recolectar los alevines en el agua y cualquier huevo o cría encontrados en la cavidad oral de las hembras.

En las hapas se realizó la recolecta de crías de la cavidad bucal de hembras a intervalos de siete días. Las crías de tilapia incluyen a los huevos en proceso de incubación y los pececillos recién eclosionados aún con vitelo.

Cada recolección se hizo arrinconando los adultos en un extremo de la hapa y capturado cada pez con una red de mano para revisar su cavidad bucal. Todos los peces revisados se devolvieron a la misma hapa después de tomar su peso. Las crías obtenidas fueron enumeradas por camada separada.

Los peces reproductores se alimentaron con concentrado para tilapia en forma de pelet extruído con 28% de proteína cruda. El concentrado se brindó a razón de 2% de la biomasa por día.

La temperatura y la concentración de Oxígeno Disuelto (OD) en el agua fueron monitoreadas dos veces al día a las 7:00 y a las 15:00 horas utilizando un medidor marca YSI modelo 52. Se evaluó el pH del agua en cada pila al inicio y al final del ensayo por el método de la Solución Indicadora Universal de Fisher.

Las siguientes variables fueron muestreadas durante el ensayo de 42 días.

- Total de crías producido
- Número de crías producido por gramo de hembra
- Número de crías producido por metro cuadrado de pila
- Ganancia de peso y sobrevivencia de los peces adultos

El ensayo tuvo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos (peces en pilas de concreto con y sin hapa) y dos repeticiones de cada uno (pilas) y con medidas repetidas en el tiempo. Se realizó un ANDEVA y la prueba de Least Significant Difference (LSD) ($P \leq 0.05$) con el programa de análisis estadístico Statistical Analysis System (SAS 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del agua

Los parámetros de OD, temperatura y pH del agua estuvieron dentro de los rangos aceptables para el desarrollo de la tilapia roja (Cuadro 1) (Boyd 1979). El rango de temperatura óptima para la tilapia y otros peces tropicales es de 25 a 32°C (Meyer 2007). El OD en el agua de cada pila en promedio estuvo por encima de los valores mínimos para el cultivo (2 ppm). La tilapia se desarrolla mejor en aguas alcalinas pero tolera hasta un pH de 5.

Cuadro 1. Monitoreo de la calidad del agua en cuatro pilas de concreto ($8.0 \times 2.0 \times 1.1$ m y llenadas con aproximadamente con 15 m^3 de agua cada una) durante 42 días en Zamorano, Honduras.

Parámetro (unidad)	Observaciones	Valor		
		Mínimo	Máximo	Promedio
Temperatura (° C)	140	25.9	33.0	30.0
Oxígeno (ppm)	140	2.6	8.3	6.2
pH	8	6.0	7.0	6.2

Sobre vivencia de los peces adultos

Todos los peces adultos sembrados sobrevivieron los 42 días de ensayo. En un ensayo realizado en Río Lindo, Honduras, la sobrevivencia de los peces adultos de tilapia manejados para producción de alevines fue de 92, 86 y 80% en estanques revestidos de plástico, concreto y tierra, respectivamente (Quan 2000).

La manipulación semanal de las hembras en las hapas para retirar las crías de su boca aparentemente no provocó alto nivel de estrés, daño físico, ni mortalidad durante el transcurso del ensayo. Esto concuerda con lo observado por Teichert-Coddington *et al.* (1997) que la tilapia roja es un pez relativamente dócil y resistente al manipuleo.

Crecimiento de los peces adultos

Las hembras manejadas en las pilas sin hapa ganaron en promedio 34.6 g durante el ensayo versus 11.2 g para las hembras manejadas en las hapas. Los machos ganaron un promedio de 59.0 g en las pilas sin hapa y 16.0 g en las hapas. Estas diferencias no fueron diferentes ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2).

La reproducción de tilapia en hapas fue más intensiva por el robo de los huevos. La técnica de recoger los huevos de la cavidad bucal de una hembra acorta el tiempo del ciclo

de reproducción y resta tiempo para que ella crezca en el intervalo entre posturas (Green *et al.* 1992).

El volumen real de cada hapa fue estimado en 8.4 m³, mientras los peces en las pilas sin hapa disponían de 17.6 m³ de espacio en el agua para desarrollarse. Esta diferencia en espacio disponible puede ayudar a explicar porque los peces en pilas sin hapa crecieron más que los retenidos en menos espacio en las hapas (Rakocy 1989). Este efecto se notó más en los machos que en las hembras por su menor esfuerzo y contribución al proceso reproductivo.

Producción de crías de tilapia roja

La captura de crías fue relativamente uniforme durante las seis semanas, pero diferente entre los dos manejos ($P \leq 0.05$) (Figura 1). En total se recolectaron 87 camadas entre las 42 hembras de las dos hapas, para un promedio de 2.07 posturas/hembra y 1112 huevos/postura.

Algunos factores que influyen en la producción de crías de tilapia son el tamaño y densidad de siembra de los peces reproductores, su estado de salud, estado nutricional y el manejo utilizado (Green 2006). La producción de crías por semana fue aproximadamente cuatro veces mayor en hapas comparado con las capturas de alevines con los peces adultos en pilas sin hapa (Cuadro 2). Lo mismo se encontró al calcular la producción de crías por metro cuadrado por día y el número de crías por gramo de hembra por semana (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ganancia de peso de machos y hembras adultos y producción de crías de tilapia roja con dos manejos en pilas de concreto (8.0 × 2.0 × 1.1 m).

	Pilas con hapa	Pilas sin hapa
Machos adultos		
Peso promedio inicial (g)	439 ± 69	455 ± 69
Peso promedio final (g)	422 ± 92	481 ± 47
Hembras adultas		
Peso promedio inicial (g)	360 ± 95	373 ± 124
Peso promedio final (g)	371 ± 92	408 ± 139
Producción crías		
Promedio # crías/pila/semana	8065 ^a ± 2192	2062 ^b ± 944
Promedio # crías/m ² /día	72 ± 20	18 ± 8
Promedio # crías/g hembra/semana	6.3 ± 0.3	1.5 ± 0.1
Producción promedio total en 42 días	48388 ^a ± 2192	12369 ^b ± 944

Los valores en cada línea seguidos con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

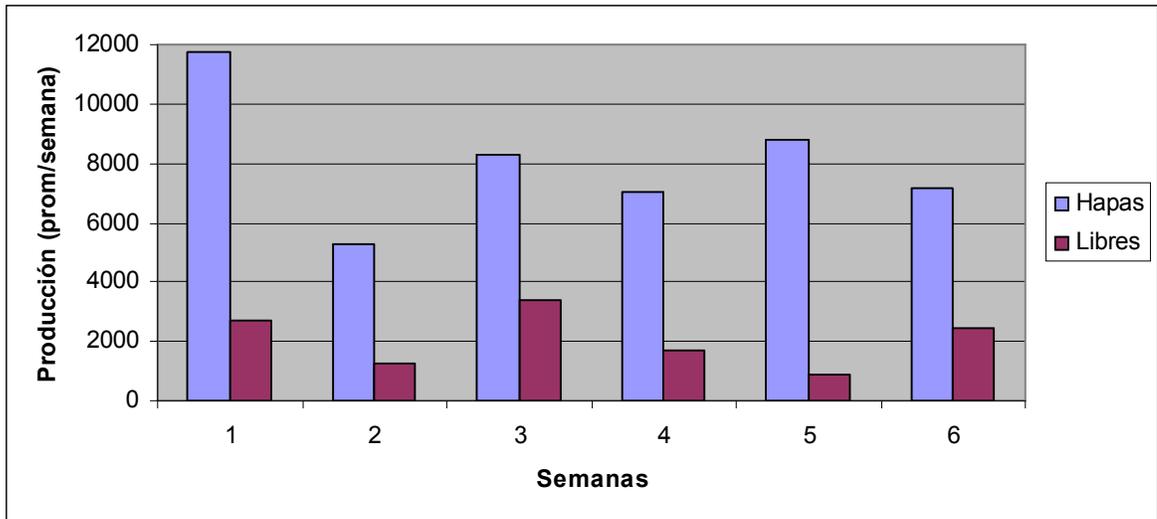


Figura 1. Recolección promedio semanal de crías (huevos, embriones, peces-larva y alevines) de tilapia roja con los peces adultos manejados en hapas o libres en pilas de 8.0 x 2.0 x 1.1 m durante un periodo de 42 días en Zamorano, Honduras.

Se produjo un promedio de 4509 y 1079 crías por kg de hembra por mes con el manejo en pilas con hapa y sin hapa, respectivamente. Esto concuerda con los resultados obtenidos con tilapia roja cultivada en Kuwait (Ridha *et al.* 1985).

No se encontró ninguna correlación entre el número de huevos por camada y el peso de la hembra (Figura 2). Dadzie (1970) también encontró mucha variación entre el peso de cada hembra de tilapia azul (*Oreochromis aurea*) y el número de huevos encontrado en cada camada en Israel.

Comparación de costos

El costo de fabricación de cada hapa fue calculado en US\$ 125.60 y tiene una vida útil estimada en cinco años (Cuadro 3). El uso de una hapa aumenta en US\$ 4.18/mes el costo de producción de crías de tilapia bajo condiciones de Zamorano. Esto significa un incremento de apenas 2% en los costos, en una actividad que tiene una rentabilidad estimada del 100% o más (Meyer y Triminio 2007).

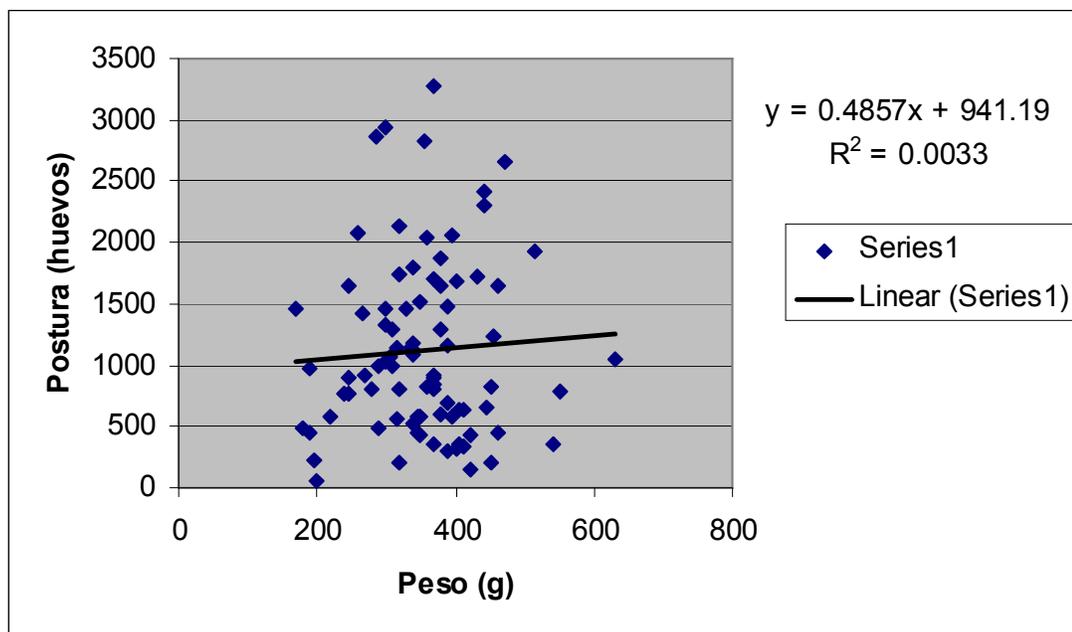


Figura 2: Correlación entre el número de huevos, embriones y larvas por postura y el peso de la hembra de tilapia roja durante un ciclo de reproducción intensiva en Zamorano, Honduras.

Cuadro 3. Estimado de los costos (US\$) de fabricación de una hapa de (7.0 × 1.2 × 1.0 m) para reproducción de tilapia roja.

Detalle	Unidad	Costo unitario	Unidades	Costo total
Malla nylon de 0.5 mm luz y 1.2 m ancho	m	4.82	7.0	33.73
Malla nylon de 8.0 mm de luz y 1.2 m ancho	m	3.30	16.4	54.12
Tubos de PVC (3 lances)	6 m	5.65	6.0	16.95
Codos de PVC (4 codos)	unidad	1.20	4.0	4.80
Costura + hilo				16.00
Total				125.60

CONCLUSIONES

- Todos los adultos de tilapia roja sembrados originalmente sobrevivieron los 42 días de ensayo.
- El manejo de los reproductores en pilas sin y con hapa no influyó significativamente en la ganancia de peso de los peces adultos.
- La producción promedio de crías por semana fue elevada y aproximadamente cuatro veces mayor con los peces adultos manejados en cada pila con hapa que con las capturas de alevines de los peces en cada pila sin hapa.
- No se encontró correlación entre el número de huevos en cada camada y el peso de la hembra de tilapia roja.
- Se estimó el costo de fabricación de una hapa en US\$ 125.60, lo cual tiene un mínimo impacto en los costos de producción de crías de tilapia roja en Zamorano.

RECOMENDACIONES

- Identificar cada hembra para llevar un mejor registro en la frecuencia de postura y crecimiento de cada individuo.
- Realizar la reproducción de la tilapia roja en hapas en Zamorano.
- Probar diferentes densidades de siembra y otras alternativas a manejar los reproductores de tilapia roja en hapas bajo condiciones de Zamorano.

LITERATURA CITADA

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

Dadzie, S. 1970. Laboratory experiment on the fecundity and frequency of spawning in *Tilapia aurea*. Bamidgeh:14-18.

Green, BW. 2006. Fingerling Production Systems. In: C.E. Lim and C.D. Webster (editors). *Tilapia Biology, Culture and Nutrition*. Food Products Press, The Haworth Press, New York, USA. p. 181-210.

Green, BW; Teichert-Coddington, DR; Hanson, TR. 1992. Desarrollo de tecnologías de acuicultura semi-intensiva en Honduras. Centro Internacional para la Acuicultura y Medios Ambientes Acuáticos. Traducido por G. Montaña. Universidad de Auburn, Alabama, USA.

Meyer, D. 2007. Introducción a la acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Meyer, D; Triminio S. 2007. Reproducción y cría de alevines de tilapia: manual práctico. Programa Colaborativo en Apoyo a la Investigación en Acuicultura (ACRSP), Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.

Quan, V. 2000. Evaluación de la reproducción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques revestidos de plástico, concreto y de tierra. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Tegucigalpa, Honduras.

Rakocy, JE. 1989. Tank culture of tilapia. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No. 282. Louisiana Cooperative Extension, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, U.S.A.

Ridha, M; Al-Ahmad, TA; Al-Ahmed, AA.1985. Tilapia culture in Kuwait: spawning experiments, 1984. Technical Report, Kuwait Institute for Scientific Research, Safa, Kuwait.

S.A.S. (S.A.S. Institute Inc., U.S.A.). 2007. User's guide: statistics. Cary, NC.

Teichert-Coddington DR; Green BW. 1997. Experimental and commercial culture of tilapia in Honduras. In: Costa-Pierce, B; Rakocy, JE. (editors). *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol. 1. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, U.S.A. p. 142-162.

Teichert-Coddington, DR; Popma, TP; Lovshin, LL. 1997. Attributes of tropical pond-cultured fish. In: Egna, HE; Boyd, CE. (editors). *Dynamics of Pond Aquaculture*. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA. p. 183-198.

Woynarovich, E; Horváth, L. 1981 *Propagación artificial de peces de aguas templadas: manual para extensionistas*. FAO, Roma, Italia, Doc. Téc. Pesca #201.