

**Efecto de la alimentación con testículo molido
de toro y de verraco como fuente de
testosterona sobre la reversión sexual de
alevines de tilapia del Nilo *Oreochromis
niloticus***

**Marco Esteban Guevara Ampudia
Willie Andrew Chan Pott**

ZAMORANO, HONDURAS

Diciembre, 2007

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Efecto de la alimentación con testículo molido de
toro y de verraco como fuente de testosterona
sobre la reversión sexual de alevines de tilapia del
*Nilo Oreochromis niloticus***

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Marco Esteban Guevara Ampudia
Willie Andrew Chan Pott**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

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

Marco Esteban Guevara Ampudia

Willie Andrew Chan Pott

Honduras
Diciembre, 2007

Efecto de la alimentación con testículo molido de toro y de verraco como fuente de testosterona sobre la reversión sexual de alevines de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*

Presentado por:

Marco Esteban Guevara Ampudia
Willie Andrew Chan Pott

Aprobado:

Daniel Meyer, Ph.D.
Asesor principal

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

John J. Hincapié, Ph.D.
Asesor

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

Rogel Castillo, M. Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Claudio Castillo, Ing. Agr.
Asesor

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

DEDICATORIA
M.E.G.A

A mi familia lo más importante de mi vida y a mi abuelo quien hizo de la agricultura mi vida.

DEDICATORIA
W.A.C.P

A Dios, por su misericordia y fidelidad, por darme la vida, sabiduría y oportunidad de poder estudiar.

A mis padres Pablo Isidoro Chan e Irma Maria Pott por instruirme y darme su amor y cariño incondicional a pesar del tiempo y la distancia.

A mi hermano y hermanas por sus consejos y por apoyarme siempre.

AGRADECIMIENTOS

M.E.G.A

A Dios por estar conmigo en todo momento e iluminarme el camino.

A mis padres Arq. Marco Vinicio Guevara Granda y Consuelo Ampudia quienes con su inmenso amor, sus consejos sabios y el apoyo diario han hecho de un niño un hombre. Gracias viejos.

A mis hermanas Maria Alejandra y Camila Lorena por su constante ánimo, su apoyo incondicional, sus palabras en el momento adecuado y todo el amor que lo demuestran a lo lejos en estos cuatro años.

A José Rafael Gómez de la Torre mi amigo, mi hermano, mi familia en estos cuatro años en la escuela. Por todo lo que vivimos juntos y compartimos, un apoyo diario e incondicional, sus consejos en los momentos difíciles.

A Marcelo, Clau G, Shav, Estefanía S, Paola M, Vio, Edi, Andreita, Jose K, Ma Jo, y a todos mis amigos y primos que a pesar de la distancia conté con su apoyo siempre.

A Estefanía, mi compañía, mi apoyo, mi amiga, gracias por estar conmigo y compartir dos años preciosos de mi vida en Zamorano.

A todos los centauros por los momentos vividos y compartidos en el trabajo como en clases.

A los inseparables amigos de Sucre, por todos los momentos vividos estos cuatro años: José Rafael Gómez, Jorge Chavarria, Juan Pablo Chicaiza, Juan Pablo Merchán, Felipe Morán.

A Jorge Chavarría, un amigo, estos cuatro años, te quiero mucho hermano.

Al Dr. Meyer por su apoyo, su amistad y paciencia.

Al Ing. Castillo por brindarme su apoyo y conocimientos durante la tesis.

Al Dr. Hincapié, por su apoyo, conocimientos y paciencia en la elaboración de la tesis.

A los amigos del módulo de acuicultura quienes nos dieron una mano en el momento necesario: Doña Rosa, Juan y José.

AGRADECIMIENTOS

W.A.C.P

A Dios por guiarme durante todo este tiempo y por darme la oportunidad de vivir.

A mis padres, mi hermano y mis hermanas por confiar en mí y estar siempre en momentos difíciles a pesar del tiempo y la distancia.

A Sara por darme su amor, sus consejos, su apoyo y por ser parte de este logro.

A Juan, José y Rosa por estar pendientes siempre cuando yo estaba en clases.

A Arnulfo, Guillermo, Marco, Nelson y Pablo por su apoyo durante el ensayo.

A mis asesores Dr. Meyer, Dr. Hincapié e Ing. Castillo, por sus consejos su tiempo y paciencia.

A todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

**AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES
M.E.G.A**

A mis padres.

**AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES
W.A.C.P**

A mis padres.

Agradezco al Programa de Becas Taiwán Para Formación de Capital Humano, por el financiamiento brindado en realizar mis estudios.

RESUMEN

Chan, W.A; Guevara, M.E. 2007. Efecto de la alimentación con testículo molido de toro y verraco como fuente de testosterona sobre la reversión sexual en alevines de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*. Proyecto Especial Ingeniero Agrónomo. Carrera Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 14 p.

La reversión sexual en tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* es un técnica para obtener una población de machos mayor al 97%. La hormona sintética 17- α -metil testosterona es la más utilizada para obtener la reversión sexual. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la alimentación con testículo molido de toro y de verraco en alevines de tilapia del Nilo durante 35 días sobre la reversión sexual. Se utilizaron 600 alevines de 8 mm de longitud en tres tratamientos: alevines alimentados con harina de carne, con testículo de toro o con testículo de verraco. No hubo diferencia ($P>0.05$) en cuanto a la calidad del agua y el crecimiento. Se encontró una mayor ($P<0.05$) sobrevivencia de los peces alimentados con harina de carne que con los testículos. No hubo diferencia en la sobrevivencia de los peces entre los alimentados con testículo de toro y de verraco. Hubo un mayor porcentaje de machos en las poblaciones tratadas con testículo ($P<0.05$) que en la alimentada con harina de carne.

Palabras clave: 17- α -metil testosterona, población de machos

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Páginas de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	vi
Agradecimientos a patrocinadores	viii
Resumen	x
Contenido	xi
Índice de figuras	xii
Índice de cuadros	xiii
 INTRODUCCIÓN	 1
 MATERIALES Y MÉTODOS	 2
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 4
 CONCLUSIONES	 10
 RECOMENDACIONES	 111
 LITERATURA CITADA	 12

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Promedio diario de oxígeno disuelto en el agua en 12 baldes de 20 L de capacidad en el laboratorio húmedo y en tres tanques de fibra de vidrio en un invernadero, Zamorano, Honduras.....	4
2. Temperatura diaria promedia del agua en 12 baldes de 20 L de capacidad en el laboratorio húmedo y en tres tanques de fibra de vidrio en un invernadero, Zamorano, Honduras.....	5
3. Supervivencia de los alevines de tilapia del Nilo manejados a 50/unidad en baldes de 20 L capacidad en un laboratorio húmedo y en 12 cilindros de malla Vexar colocados en tanques de fibra de vidrio en un invernadero, Zamorano, Honduras.....	6

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Técnicas y frecuencias usadas en la medición de calidad de agua.....	3
2. Porcentaje de sobrevivencia de alevines de tilapia del Nilo alimentados en las dos etapas, en el laboratorio húmedo y en el invernadero durante 71 días en Zamorano, Honduras.....	6
3. Porcentaje de sobrevivencia de alevines de tilapia del Nilo alimentados con harina de carne, testículo de toro y testículo de verraco durante 71 días en Zamorano, Honduras.....	7
4. Peso promedio inicial y final, longitud promedio inicial y final, de alevines de tilapia del Nilo alimentados con tres alimentos de origen animal durante 71 días en Zamorano, Honduras.....	8
5. Número final de alevines y número y porcentaje de machos de alevines de tilapia del Nilo alimentados con tres alimentos de origen animal durante 35 días, Zamorano, Honduras.....	9

INTRODUCCIÓN

En la explotación de varias especies de animales es ventajoso trabajar con individuos de un solo sexo o estériles para mejorar la eficiencia del engorde. En tilapia se prefiere engordar machos que son mucho más eficientes en la conversión alimenticia (Tave 1996).

La reversión sexual en tilapia generalmente se obtiene con la administración oral (60 mg/kg de alimento) de la hormona androgénica 17- α -metil testosterona (MT) mezclada con un alimento de alto porcentaje de proteína cruda (50% PC) y es alimentada por un periodo de 28 a 30 días. MT es un producto sintético con un alto porcentaje de efectividad (> 97% de machos en las poblaciones tratadas). El tratamiento se inicia cuando los alevines tienen un tamaño \leq 12mm y aún no tienen las gónadas diferenciadas (Popma y Green 1990).

Según Pérez (2002), la MT es un producto de venta controlada, con un costo elevado y de difícil adquisición para los pequeños productores de tilapia, ya que su venta está restringida en los Estados Unidos. Sin embargo, hay fuentes naturales de testosterona que pueden ser una alternativa al uso del andrógeno sintético. Haylor y Pascual (1991) reportaron una reversión sexual exitosa usando testículos de ovejos como fuente de testosterona.

Las estimaciones oficiales en los Estados Unidos en cuanto a la venta de alimentos orgánicos a través de todos los canales (incluidas las exportaciones) desde 1990 indican un crecimiento anual de 20 a 25%, alcanzando casi US\$ 10 billones en el 2003. La demanda de pescado orgánico está también creciendo con rapidez, en tanto su oferta es muy escasa (APT 2006; Lockwood 2007).

Los criterios aceptables para la producción orgánica no permiten el uso de hormonas sintéticas. Una alternativa para los productores de tilapia es un producto natural, con los testículo de toro y de verraco, disponibles localmente y de bajo costo.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la alimentación con testículo molido de toro y verraco como fuente de testosterona sobre la reversión sexual en alevines de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de julio a septiembre de 2007, en la Estación de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, a 30 km al sur este de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm, y una precipitación anual de 1100 mm. La temperatura promedio anual oscila entre 24-25° C.

Peces. Se sembraron tres machos con seis hembras de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* en una pila de concreto. Después de seis días se extrajeron los huevos de la boca de las hembras y se los colocó en incubadoras artificiales para su eclosión. Al sexto día de incubación se retiraron 600 alevines con un tamaño de aproximadamente 8 mm de longitud total.

Se sembraron 50 alevines en cada uno de 12 baldes de plástico de 20 L de capacidad, donde permanecieron durante 35 días. Luego fueron pasados a 12 cilindros de malla Vexar (0.6 m de diámetro por 0.6 m de profundidad) distribuidos en tres tanques de fibra de vidrio (1.0 m de diámetro por 0.60 m de profundidad) en un invernadero durante 36 días.

Alimentos. Los testículos de dos toros con una edad de uno y medio y dos años, fueron obtenidos en una planta de sacrificio privada en el valle del Yeguaré. Los testículos de verraco con una edad de seis a ocho meses, fueron obtenidos en la Empresa Universitaria de Producción de Cerdos de la EAP.

Los testículos frescos se cortaron y molieron, se agregó 10% de sal común y la mezcla se repartió en paquetes de papel aluminio (para evitar la luz), de 1 g congelados.

La harina de carne fue obtenida de la Planta Concentrados de la EAP. Fue preparada en un molino eléctrico y luego tamizada (500 μ de luz), puesto en un recipiente y depositado en un congelador.

Los peces fueron alimentados *ad libitum* con testículo molido de toro, de verraco o con harina de carne, durante 35 días. El alimento fue ofrecido en dos porciones, mañana y tarde.

A partir del día 36 del ensayo se alimentó los peces con concentrado balanceado para tilapia, hasta alcanzar un tamaño para poder diferenciar el sexo. El concentrado con la forma física de una harina y 54% de proteína cruda, fue ofrecido tres veces al día *ad libitum*.

Calidad de agua. Se preparó un tanque de fibra de vidrio con agua potable declorinada y con aireación continua, como reservorio para llenar y hacer los recambios de agua en los 12 baldes de laboratorio húmedo. El agua en cada balde

recibió aireación continua por medio de una difusora de 5 cm de largo. Cada tres días se realizó un recambio total del agua en cada uno de los baldes.

Los tres tanques de fibra de vidrio dentro del invernadero fueron llenados con agua verde (agua con algas) de otro tanque aledaño a estos. El agua de cada tanque recibió aireación continua pero no se hizo ningún recambio de agua en ellos.

Los parámetros de la calidad del agua monitoreados fueron: la concentración de oxígeno disuelto en el agua, la temperatura del agua y el pH. Los equipos utilizados y la frecuencia de la medición se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Técnicas y frecuencias usadas en la medición de calidad de agua.

Parámetro	Equipo	Frecuencia
Oxígeno disuelto	YSI modelo 55	Diario (mañana y tarde)
temperatura	YSI modelo 55	Diario (mañana y tarde)
pH	Fisher, model AB-15	Semanalmente

Análisis de los tejidos. Una muestra de testículo fresco de toro y otra de verraco fueron enviadas a un laboratorio privado (Laboratorio de Análisis Clínicos Molina, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras) para determinar su contenido de testosterona mediante prueba de inmuno-ensayo enzimático para testosterona (BioCheck, producto número BC-1115).

Determinación del sexo con microscopio. A los 71 días del ensayo se sacrificaron todos los peces para determinar el sexo de cada uno con microscopio. Se abrió cada pez para extraer quirúrgicamente las gónadas, las que se colocaron en un portaobjeto de vidrio, se agregó una gota de agua potable, se tapó con un cubreobjeto, y con el dedo pulgar se hizo un aplastamiento del órgano. Este procedimiento es una modificación del método aceto-carmina (Popma and Green 1990).

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos (harina de carne, testículo de toro y testículo de verraco) y cuatro repeticiones. Para los datos de la proporción de machos y hembras de cada población se hizo un análisis de Chi cuadrado. Se utilizó el Modelo Lineal General (GLM), y la separación de medias de DUNCAN con el paquete estadístico Statistical Analysis Systems (SAS 2003) para analizar los datos de calidad del agua, sobrevivencia, crecimiento de los peces y composición sexual de las poblaciones. El valor de significancia exigido fue de ≤ 0.05 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del Agua. No se encontró diferencias ($P>0.05$) entre los parámetros de calidad del agua: oxígeno disuelto, temperatura y pH en los tanques usados en el ensayo.

El promedio diario de oxígeno disuelto (Figura 1) se mantuvo en el rango óptimo para la tilapia (Meyer 2007). En el laboratorio húmedo los peces estuvieron en agua transparente con una población mínima de fitoplancton debido a los frecuentes recambios de agua. El agua de los tanques de fibra de vidrio no fue recambiado, como consecuencia adquirió con el tiempo fertilidad y hubo una fuerte proliferación de algas.

La temperatura diaria promedio (Figura 2) se mantuvo dentro del rango óptimo (Popma y Green 1990; Meyer 2007). Durante la primera etapa del estudio en el laboratorio húmedo el patrón de temperaturas del agua fue ligeramente menor, pero no ($P>0.05$) al patrón de temperaturas en el invernadero.

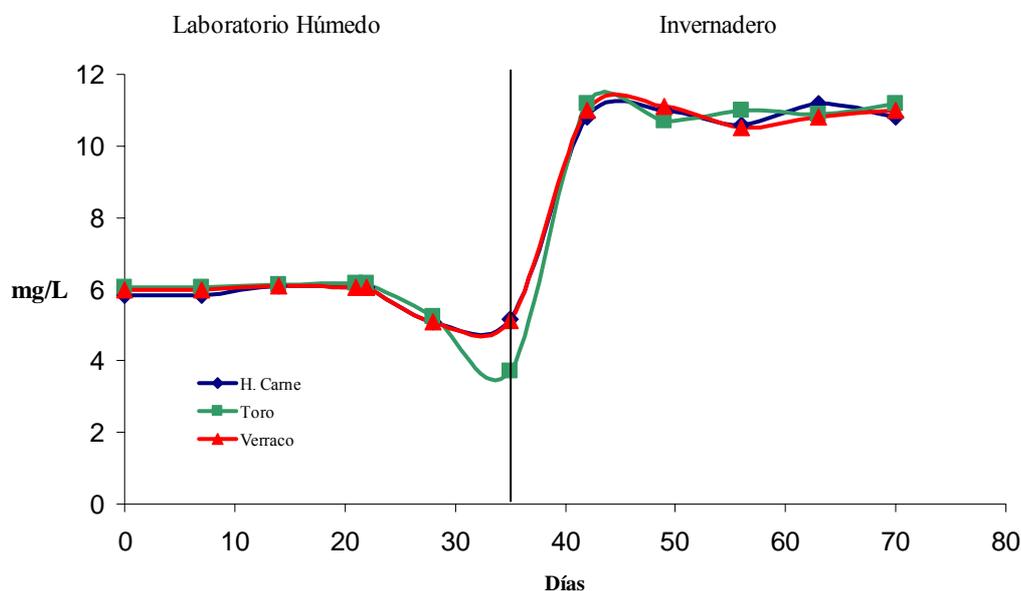


Figura 1. Promedio diario de oxígeno disuelto en el agua en 12 baldes de 20 L de capacidad en el laboratorio húmedo y en tres tanques de fibra de vidrio en un invernadero, Zamorano, Honduras.

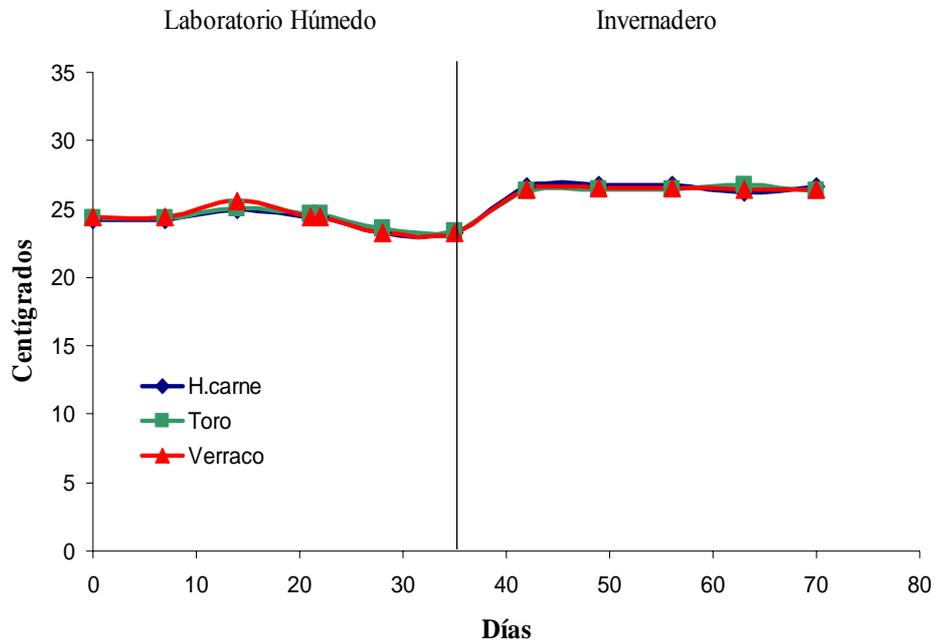


Figura 2. Temperatura diaria promedio del agua en 12 baldes de 20 L de capacidad en el laboratorio húmedo y en tres tanques de fibra de vidrio en un invernadero, Zamorano, Honduras.

El pH se mantuvo constante en el laboratorio húmedo y en el invernadero con un valor neutro. Se recomienda un valor de pH de 6.5 a 8.5 en el cultivo de tilapia y otras especies de peces de agua dulce (Boyd 1979).

Sobrevivencia. La sobrevivencia general de los peces del estudio fue de 36% durante los 71 días. Para asegurar una siembra de peces susceptibles a la hormona, se usaron alevines que todavía tenían saco vitelino y con una longitud inferior al tamaño recomendado de 12 mm (Popma y Green 1990). Por lo general, peces pequeños son más delicados y se mueren en mayor número que los peces ya desarrollados. Se espera durante la etapa de reversión sexual de la tilapia un 50% de sobrevivencia (Popma y Green 1990).

La mayor mortalidad fue detectada con los peces en los baldes dentro del laboratorio húmedo (Figura 3). En la segunda etapa del ensayo la mortalidad fue menor al 10% (Cuadro 2).

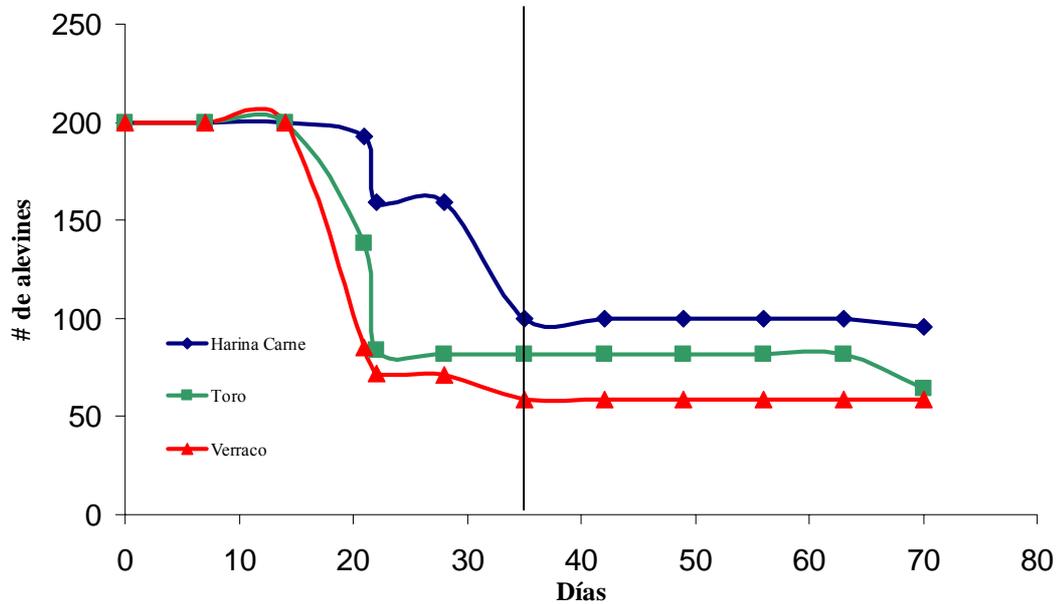


Figura 3. Sobrevivencia de los alevines de tilapia del Nilo manejados a 50/unidad en baldes de 20 L capacidad en un laboratorio húmedo y en 12 cilindros de malla Vexar colocados en tanques de fibra de vidrio en un invernadero, Zamorano, Honduras.

Cuadro 2. Porcentaje de sobrevivencia de alevines de tilapia del Nilo alimentados en las dos etapas, en el laboratorio húmedo y en el invernadero durante 71 días en Zamorano, Honduras.

Etapas	Sobrevivencia		
	Inicio	Final	Sobrevivencia (%)
Laboratorio Húmedo	600	241	40.16 ^a
Invernadero	241	219	90.87 ^b

^{a,b} Valores en la misma columna con distinta letra son diferentes entre sí ($P < 0.05$)

Los resultados del experimento superan los resultados obtenidos por (Phelps *et al.* sf) quienes obtuvieron una sobrevivencia de 28.3% y 69.2% con tilapia en laboratorio y en el campo, respectivamente. Haylor y Pascual (1991) reportaron una sobrevivencia general del 31% entre alevines de tilapia alimentados con testículo de carnero durante 80 días.

Un corte de energía eléctrica que ocurrió en la primera etapa pudo haber sido causa de la mortalidad observada en los días 20 y 21 del ensayo. Ya que los peces en los baldes dependían de aireación continua como única fuente de oxígeno.

Los recambios de agua en el laboratorio húmedo fueron regulares, lo cual no permitió una proliferación de algas como sucedió en el invernadero donde no hubo recambio de agua. En éste las algas proporcionan una dieta nutricionalmente mejor y alimentada con concentrado para tilapia. Además, los alevines sembrados en los baldes en el laboratorio húmedo eran pequeños y más delicados que los trasladados a los tanques del invernadero.

Se observó una mayor sobrevivencia ($P < 0.05$) los peces alimentados con harina de carne comparados con los peces alimentados con testículos (Cuadro 3). Esta diferencia pudo haber sido por el uso de un material procesado versus materiales frescos.

En el procesamiento industrial de harina de carne, la materia prima es sometida a alto calor y el producto final es cocido. Los alimentos cocidos son más fáciles de digerir y asimilar por los animales (Li *et al.* 2006). El alimento fresco es más susceptible a la descomposición en el agua y menos digerible y asimilable por los peces.

Cuadro 3. Porcentaje de sobrevivencia de alevines de tilapia del Nilo alimentados con harina de carne, testículo de toro y testículo de verraco durante 71 días en Zamorano, Honduras.

Alimentos	Sobrevivencia		
	Inicio	Final	Sobrevivencia (%)
Harina de Carne	200	96	48 ^a
Testículo de Toro	200	64	32 ^b
Testículo de Verraco	200	59	30 ^b

^{a,b} Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$)

Crecimiento. No se encontró diferencia ($P>0.05$) entre los pesos promedios inicial y final de los peces en los tres tratamientos (Cuadro 4). Estos resultados son similares a los obtenidos por Phelps *et al.* (sf) en un estudio más corto (28 días) alimentando alevines con testículo de toro liofilizado. En el cual los peces alcanzaron pesos promedio final entre 0.7 y 2.0 g.

Cuadro 4. Peso promedio inicial y final, longitud promedio inicial y final, de alevines de tilapia del Nilo alimentados con tres alimentos de origen animal durante 71 días en Zamorano, Honduras.

Alimento	Crecimiento			
	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Longitud inicial (cm)	Longitud Final (cm)
Harina de Carne	0.01 ± 0	3.48 ± 0.60 ^{ns}	0.8 ± 0	4.8 ± 0.45 ^{ns}
Testículo Toro	0.01 ± 0	4.13 ± 0.48 ^{ns}	0.8 ± 0	5.7 ± 0.26 ^{ns}
Testículo Verraco	0.01 ± 0	3.88 ± 0.16 ^{ns}	0.8 ± 0	5.5 ± 0.17 ^{ns}

^{ns} Diferencia no significativa ($P>0.05$)

La testosterona es un esteroide anabólico que sirve para la reversión sexual en tilapia y puede tener un efecto positivo en el ritmo de crecimiento de los peces. Ese efecto anabólico no fue detectado en el actual experimento y no ha sido reportado consistentemente en la producción de tilapia (Meyer and Smitherman 1996; Phelps 2001).

Reversión sexual. Hubo un mayor porcentaje de peces machos ($P<0.05$) en los peces alimentados con testículo de toro y verraco, que en los alimentados con harina de carne (Cuadro 5). Estos resultados son similares a los reportados por Haylor y Pacual (1991) quienes obtuvieron 85% de machos en un estudio en cual alimentaron alevines con testículo de carnero durante 80 días. Por el contrario Phelps *et al.* (sf) en un estudio de 28 días alimentando alevines con testículos de toro liofilizados obtuvieron 64.8% de machos.

Cuadro 5. Número final de alevines y número y porcentaje de machos de alevines de tilapia del Nilo alimentados con tres alimentos de origen animal durante 35 días, Zamorano, Honduras.

Alimento	Número final de alevines	Peces machos	
		n	%
Harina de Carne	96	56	58 ^a
Testículo Toro	64	56	87 ^b
Testículo Verraco	59	49	83 ^b

^{a,b} Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$)

La concentración de testosterona en los testículos de toro y verraco fue de 18.8 y 20.4 ppm respectivamente. Jo *et al.* (1988) trataron alevines de tilapia con 10 ppm de metil testosterona y obtuvieron 99% de machos.

Los testículos son productos naturales interesantes para sustituir la hormona sintética metil-testosterona usada mundialmente en la reversión sexual de tilapia y pueden significar una contribución importante a la producción de tilapia orgánica

CONCLUSIONES

- La alimentación con testículos de toro y verraco es efectiva para la reversión sexual en alevines de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*.
- Los parámetros de calidad de agua estuvieron dentro de los rangos óptimos para el crecimiento de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*.
- La sobrevivencia fue mayor en el tratamiento con harina de carne.

RECOMENDACIONES

- Comparar diferentes métodos de preparación de los testículos para la alimentación como por ejemplo la liofilización.
- Utilizar un mayor número de alevines por tratamiento y en agua verde.
- Realizar un análisis de la composición nutricional de los testículo.
- Realizar un análisis químico del agua en la primera etapa del ensayo.
- Probar una metodología para extraer testosterona de los testículos.

LITERATURA CITADA

APT. 2006. Aquaculture Production Technology, Tilapia Orgánica (en línea). Consultado 17 mayo. 2007. Disponible en http://www.aquaculture.co.il/Markets/S_organic_Tilapia.html

Boyd, C.E. 1979. Water Quality in warmwater fish ponds. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA. 359 p.

Haylor, G. S.; A. B. Pascual. 1991. Effect of using ram testis in a fry diet for *Oreochromis niloticus* (L.) on growth, survival and resultant phenotypic sex ratio. *Aquaculture and Fisheries Management* 22: 265-268.

Jo, J.Y; R.O. Smitherman; L.L. Behrends. 1988. Effects of dietary 17- α Methyltestosterone on sex reversal and growth of *Oreochromis aureus*, p. 203-207. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L Maclean (eds.) The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceeding 15, 623 p. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

Li, M.H; C.E. Lim, C.D. Webster. 2006. Feed Formulation and Manufacture, pages 517-545. In: C.E. Lim and C.D. Webster (editors) *Tilapia: Biology, Culture and Nutrition*. Food Products Press, New York, USA.

Lockwood, G. 2007. Organic Aquaculture: Closer to being a reality? *Aquaculture Magazine* 33(1):26-32.

Meyer, D.E. 2007. Introducción a la Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 159 p.

Meyer, D.E; Smitherman, R. O. 1996. Growth, Survival and Sex Ratios of *Oreochromis urolepis hornorum*, *O. niloticus* and Their Hybrid Treated with 17- α Methyltestosterone, p. 112-117. In R.S.V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J.B. Amon Kothias and D. Pauly (eds.) The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. 41, 575 p.

Pérez A, R.D. 2002. Evaluación de tres hormonas sintéticas para la reversión de sexo de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*): Tesis Ing. Agr. Honduras- Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.

Phelps, R.P. 2001. Sex Reversal: the directed control of gonadal development un tilapia, pages 35-60. En D.E.Meyer (editor). Memoria 6to simposio Centroamericano de Acuicultura. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras y PD/A CRSP, Honduras.

Phelps, R.P; Lovshin, L.L; Green, B.W. (nd). Sex Reversal of Tilapia: 17- α Methyltestosterone Dose Rate by Enviromental, and Efficacy of Bull Testes. Progress Report, Honduras Special Study 1. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program. Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA. 4 p.

Popma, T; Green, B. 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Research and Development Series No. 35. International Center for Aquaculture, Alabama Agriculture Experiment Station. Auburn University, Alabama, U.S.A. 15 p.

SAS. 2003. User Guide. Stadistical Análisis System Inc., Carry, NC. Version 9.01.329 p.

Tave, D. 1996. Programas de cría selectiva para piscifactorías de tamaño medio (en línea). Consultado 17 mayo 2007. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/field/099/v8720s/V8720S01.htm>