

**Comparación del efecto de metilo de  
testosterona y propionato de testosterona en  
el crecimiento y sobrevivencia de alevines de  
tilapia roja**

**Edgar Josua Irías Gálvez  
Juan Ramón Murillo García**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

**Comparación del efecto de metilo de  
testosterona y propionato de testosterona en  
el crecimiento y sobrevivencia de alevines de  
tilapia roja**

**Edgar Josua Irías Gálvez  
Juan Ramón Murillo García**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

## 1. INTRODUCCIÓN

La tilapia es un pez de zonas tropicales de África y el Medio Oriente introducido a Centro América en 1954 (Meyer, 2004) y luego a México (Morales, 1991). La tilapia roja es un pez derivado genéticamente de la tilapia de Java *O. mossambicus* (Meyer y Triminio, 2007).

En general la tilapia crece rápidamente en aguas cálidas en el rango de 25 a 32°C, es resistente a las enfermedades y parásitos (Aceituno *et al.*, 1997). La tilapia se adapta con facilidad a las diferentes condiciones de manejo y calidad del agua. Es capaz de soportar situaciones de anoxia (< 0.1 ppm de O<sub>2</sub>) y concentraciones de hasta 2.4 ppm de amoníaco en el agua. Estas condiciones serían letales para la mayoría de las otras especies de peces de agua dulce (Lovell, 1987).

En muchas partes de Centro América y durante más de 30 años, se ha utilizado el cultivo de tilapia para mejorar la dieta de residentes de áreas rurales y con personas con poca o nada de experiencia en la piscicultura (Meyer, 2001). El cultivo comercial de tilapia ha tenido un importante crecimiento en los últimos años en muchas partes del mundo, incluyendo a varios países de Latinoamérica.

Un factor importante para los productores de tilapia es la calidad de la semilla o del alevín. Una semilla de tilapia de buena calidad se caracteriza por su color y tamaño uniforme, y que los lotes consisten mayormente de peces machos (Popma y Green, 1990; Meyer y Triminio, 2007). Las hembras de tilapia crecen más lentamente en comparación con los machos (Popma y Green, 1990).

La maduración precoz y los desoves frecuentes de las tilapias, especialmente en las producciones en climas tropicales, afectan de gran manera los sistemas de producción, por lo cual se ha optado por utilizar diferentes métodos de manejo para evitar este problema (Mair y Little, 1991).

Una práctica de uso común en el cultivo de tilapia es tratar los alevines con una hormona andrógeno para lograr su reversión sexual. Bajo la influencia del andrógeno los peces genéticamente hembras desarrollan la anatomía de machos.

Las hormonas esteroides utilizadas pueden tener dos efectos. Uno es influir en el desarrollo sexual del animal y pueden tener un efecto anabólico, acelerando el ritmo de crecimiento del animal y a la vez, su ganancia de peso (Meyer, 1990; Popma y Green, 1990).

El tratamiento de los alevines de tilapia con la hormona se inicia antes que el tejido de las gónadas del pez haya comenzado su desarrollo en testículo u ovario (Hernández y Contreras, 2005). La diferenciación de la gónada de la tilapia generalmente se inicia entre los 8 a 25 días post-eclosión (Green *et al.*, 1997).

La hormona comúnmente utilizada en la reversión sexual de alevines de tilapia es la 17-alfa-metilo de testosterona, conocida como MT. Es un producto sintético, efectivo y su uso resulta económicamente factible con la tilapia (Mair y Little, 1991; Meyer y Triminio, 2007; Phelps y Popma, 1997).

La MT es adicionada al alimento diario e ingerido por los alevines de forma oral. La MT es un esteroide que provoca el desarrollo de gónadas masculinas en peces que son genéticamente hembras (Green, 1999).

En el mercado de Honduras existen varios productos veterinarios los cuales contienen testosterona sintética y puedan ser utilizados como sustitutos de la MT. El ingrediente activo en varios de estos productos es el Enantato de Testosterona (ET) o Propionato de Testosterona (PT) (Pérez, 2002).

Testogán<sup>®</sup> es un producto comercial de venta local a base de PT. Este producto sirve para reversión sexual de los alevines de tilapia (Pérez, 2002) y pueda tener un efecto anabólico en los peces tratados.

Este ensayo tuvo como objetivo general comparar el efecto de Metilo de Testosterona (MT) y Propionato de Testosterona (PT) en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de tilapia roja. Los objetivos específicos fueron comparar la ganancia de peso y sobrevivencia de alevines tratados o no con MT y PT a una dosis de 0, 60 y 120 ppm durante 45 días. También se comparó los costos de usar cada producto en el proceso de reversión sexual de alevines de tilapia en Honduras.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **LOCALIZACIÓN**

El ensayo se realizó entre julio y septiembre del 2010 en las instalaciones de la Estación de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Valle del Río Yegüare, a 32 kilómetros al este de Tegucigalpa capital de Honduras. La EAP está ubicada a unos 800 metros sobre el nivel del mar con una temperatura promedio entre 24 a 25°C y precipitación promedio anual de 1100 mm.

### **UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 24 hapas de malla mosquitera de fibra de vidrio de 30× 45× 45 cm para el ensayo. Una hapa es una bolsa de malla (abertura de 1 mm) con cuatro paredes y un fondo, costurados con hilo nylon. Se instaló en cada hapa un marco de PVC para mantener su borda superior por encima del nivel de agua.

### **TANQUES**

Se utilizaron seis tanques de fibra de vidrio, cada uno con las dimensiones de 1.6 m de diámetro y 0.8 m de profundidad. Los tanques están instalados permanentemente dentro de un invernadero de la Estación y fueron llenados con agua potable 48 horas previas a la siembra de los peces.

Se eliminó el cloro del agua por volatilización exponiendo el agua a la luz solar durante dos días. El agua de cada tanque recibió aireación artificial permanente por medio de un difusor de 10 cm de largo de sílice conectado a un soplador de 2.5 HP y una red de distribución de tubo de PVC de 12 mm de diámetro.

### **PECES**

Los alevines de tilapia roja usados fueron peces recién eclosionados de 8 a 9 mm de longitud y provenientes del sistema de incubación artificial de la estación. Se colocaron 100 alevines en cada hapa.

Se tomaron tres lotes de 100 alevines cada uno para determinar su peso promedio inicial. Se midió la longitud inicial individual de 20 alevines tomados al azar de cada uno de los tres lotes. Los alevines pesados y medidos así no fueron incluidos en el ensayo.

Al día 15, 30 y 45 del ensayo todos los alevines de cada hapa fueron contados y pesados en grupo utilizando un recipiente con agua previamente pesada y una balanza marca Ohaus modelo de tres vigas.

### **ALIMENTO CON HORMONA**

En el ensayo 800 alevines recibieron el tratamiento con la hormona 17-alpha Metilo de Testosterona (MT) y otros 800 recibieron tratamientos con Propionato de Testosterona (PT) en concentraciones de 0, 60 y 120 ppm en el alimento concentrado. Cada dosis fue asignada a los alevines de cuatro hapas ubicada en un mismo tanque, tomando en cuenta la posibilidad de un movimiento de partículas de alimento con diferentes dosis de hormona entre hapas vecinas.

Se mezcló 500 mL de alcohol etílico (95%) con 0, 60 o 120 mg de cada hormona. Con la solución preparada se humedeció un kilogramo de alimento removiéndolo durante 10 a 15 minutos en un recipiente de plástico, hasta alcanzar la uniformidad. La mezcla se secó en la sombra por 24 horas.

### **MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Se realizó el monitoreo de la calidad del agua midiendo la concentración de oxígeno disuelto y temperatura del agua de cada tanque dos veces al día (7:00 a.m. y 3:00 p.m.) con un medidor marca YSI modelo 57.

### **LAS HORMONAS**

Se utilizaron dos hormonas andrógenos para evaluar el efecto que podían tener en el crecimiento y sobrevivencia de los alevines de tilapia roja. El producto comercial Testogán<sup>®</sup> (ingrediente activo es PT) de uso veterinario disponible en el mercado hondureño como solución inyectable a \$ 7.00/botella de 50 mL. Cada mL de Testogán<sup>®</sup> contiene 25 mg de PT.

La MT es un producto importado desde Filipinas no disponible localmente en Honduras. Zamorano importa MT en frascos de 100 g a un precio de aproximadamente \$8.00/g.

## **DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El ensayo tuvo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial de  $2 \times 3$  (dos hormonas  $\times$  tres dosis) y un análisis de medidas repetidas en el tiempo. Cada tratamiento tenía cuatro réplicas (hapas). Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por el método Duncan de los datos de peso y sobrevivencia de los peces en los diferentes tratamientos. Los datos de sobrevivencia de los peces fueron corregidos por arc-seno. Se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS 2007) con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **CALIDAD DE AGUA**

En general la temperatura del agua de los seis tanques durante el ensayo de 45 días fluctuó entre 26.3 y 36.1°C (Figura 1) con un promedio de  $31.3 \pm 1.68^\circ\text{C}$ . La concentración de oxígeno disuelto fluctuó entre 1.07 y 2.90 mg/L (Figura 2) en el agua de los seis tanques durante el ensayo de 45 días con un promedio de  $1.70 \pm 0.03$  mg/L.

La tilapia crece mejor a temperaturas de 25 a 32° C (Boyd 1990). El crecimiento de los alevines puede ser afectado negativamente por extremos en temperatura (Popma y Green 1990; Balarin y Hattton 1979). Para la mayor parte del ensayo las temperaturas observadas durante la tarde superaban los 30°C (Figura 1).

El ensayo se realizó en tanques ubicados dentro de un invernadero para reducir las variaciones y mantener temperaturas por encima de la ambiental. El no cambiar el agua en los tanques fue otra estrategia para mantener un ambiente más estable para los alevines.

La concentración de Oxígeno Disuelto (OD) en el agua de todos los tanques se mantuvo por encima de los valores mínimos establecidos para el crecimiento normal de tilapia que son de 1.0 ppm (Figura 2). El agua de cada tanque recibió aireación artificial continua. Los niveles de oxígeno disuelto observados en el actual ensayo fueron aceptables para los cultivos comerciales de peces (Boyd 1990).

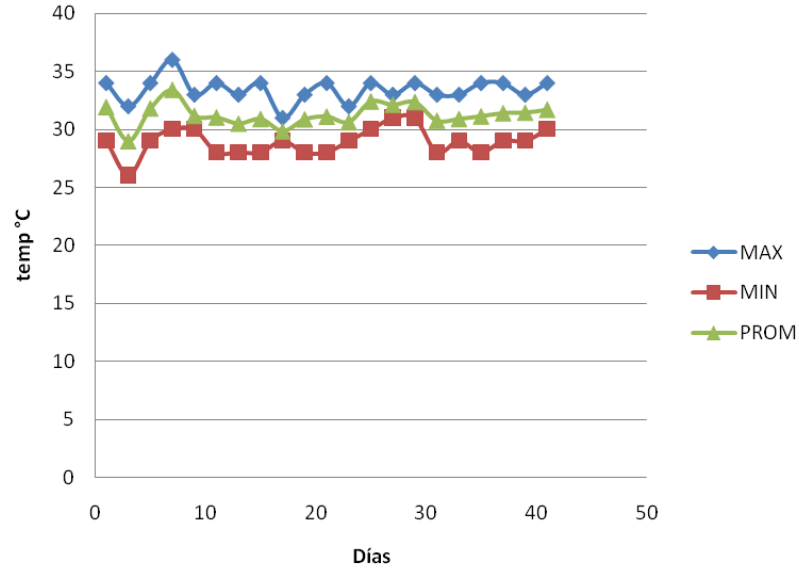


Figura 1. Temperatura máxima, mínima y promedio del agua de seis tanques ubicados en un invernadero de la Estación de Acuicultura, Zamorano, Honduras, 2010.

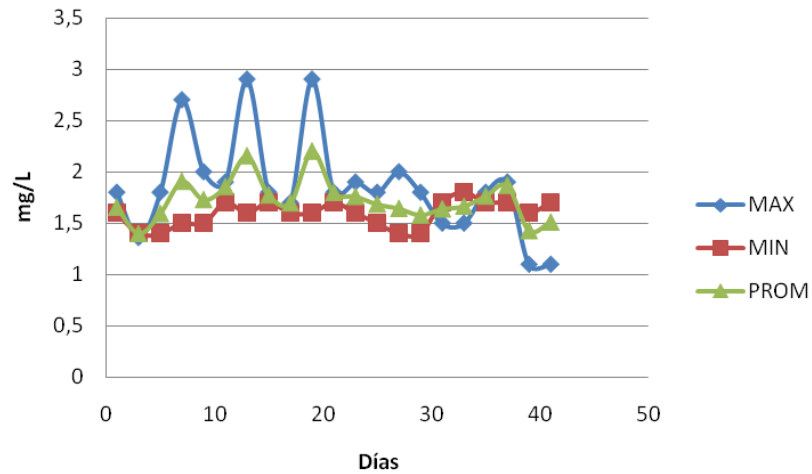


Figura 2. Concentraciones máximas, mínimas y promedios de Oxígeno Disuelto (OD) en el agua de seis tanques en un invernadero de la Estación de Acuicultura, Zamorano, Honduras, 2010.

El Cuadro 1 presenta los datos de ganancia de peso, biomasa y sobrevivencia de los alevines combinando los datos para cada producto químico sin tomar en cuenta la dosis. La sobrevivencia general de los alevines del ensayo fue de 89% durante 45 días. En promedio cada alevín ganó 1.82 g en el ensayo. Este es equivalente a una ganancia de 0.04 g/pez/día.

Durante la reversión sexual de tilapia se espera una mortalidad que varía entre 20 y 40% de la población (Popma y Green 1990). Pérez (2002) y Chamorro (2002) lograron sobrevivencias en la etapa de reversión sexual con MT de solamente 48% y 75% respectivamente con la tilapia en sus ensayos realizados en Zamorano.

A los 15 días no hubo diferencias significativas en el peso promedio individual y sobrevivencia comparando los alevines tratados con las dos hormonas. Hubo una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre el peso promedio y sobrevivencia de los alevines tratados con MT y PT a los 30 y 45 días del ensayo (Cuadro 1). El peso de la biomasa a los 15, 30 y 45 días no presentó diferencias significativas entre los alevines tratados con las dos hormonas (Cuadro 1).

A los 15 días los peces habían alcanzado un peso promedio individual similar a alevines de 30 días de edad en pilas sin cubierta de plástico y con una temperatura promedio de 27° C en el agua (Meyer 1990). La tilapia crece mejor a mayor temperatura en el agua.

Durante la segunda mitad del ensayo los peces tratados con MT estaban a una menor densidad poblacional y por eso ganaron más peso que los tratados con PT. Existe una relación indirecta entre la densidad poblacional y ganancia de peso de plantas y animales (Green y Duke 2006).

Cuadro 1. Peso Promedio Individual (PPI), peso de la biomasa y sobrevivencia (SV) a los 15, 30 y 45 días de alevines de tilapia roja tratados con Metilo de Testosterona (MT) y Propionato de Testosterona (PT). Cada valor es el promedio combinado de los peces tratados con 60 y 120 ppm de cada hormona en ocho hapas.<sup>1</sup>

TRT	15 Días			30 Días			45 Días		
Hormona	PPI(g)	Bio-masa(g)	SV%	PPI(g)	Bio-masa(g)	SV%	PPI(g)	Bio-masa(g)	SV%
MT	0.2	28	100	1.0 <sup>a</sup>	87	85 <sup>b</sup>	1.9 <sup>a</sup>	161	82 <sup>b</sup>
PT	0.3	33	100	0.9 <sup>b</sup>	92	98 <sup>a</sup>	1.7 <sup>b</sup>	163	95 <sup>a</sup>
P	<.0001	0.029	<.0001	<.0001	0.029	<.0001	<.0001	0.029	<.0001
CV <sup>2</sup>	7.18	7.19	48.98	7.18	7.19	48.98	7.18	7.19	48.98

<sup>2</sup>= coeficiente de variación

<sup>1</sup>= Los valores de cada columna seguidos de letras distintas son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

El Cuadro 2 presenta los datos de ganancia de peso, biomasa y sobrevivencia de los alevines combinando los datos para las tres dosis, sin distinguir entre las hormonas. A los 15 días no hubo diferencias significativas en el peso promedio individual y sobrevivencia entre los alevines tratados con las tres dosis.

A los 30 y 45 días el mayor peso promedio fue alcanzado por los alevines tratados con 60 ppm, combinando datos para las dos hormonas. Los peces tratados con 0 y 120 ppm presentaron una mayor sobrevivencia y biomasa a las mismas fechas (Cuadro 2).

En general la ganancia de peso y sobrevivencia de los alevines fueron superiores a los reportados por Popma y Green (1990), Meyer (1990) y Meyer y Triminio (2007). El tratamiento con 60 ppm de hormona provocó o resultó en una menor sobrevivencia de los peces (Cuadro 2, Figura 3). Estos resultados son similares a los encontrados por Popma y Green (1990) e inferiores a los reportados por Meyer (1990).

La mortalidad de los alevines de tilapia es muy variable y dependiente de múltiples factores, tales como densidad de siembra, calidad de agua, nutrición, estrés provocado por manipulaciones de los peces y otros. Los resultados de sobrevivencia del actual ensayo superan a los reportados por Pérez (2002) y por Popma y Green (1990).

Cuadro 2. Peso Promedio Individual (PPI), peso de la biomasa, sobrevivencia (SV%) a los 15, 30 y 45 días de alevines de tilapia roja expuestos a dosis de 0, 60 y 120 ppm de dos formas químicas de testosterona. Cada valor es el promedio combinando los datos de los peces de ocho hapas.<sup>1</sup>

TRT	15 Días			30 Días			45 Días		
Dosis	PPI(g)	Bio-masa(g)	SV %	PPI(g)	Bio-masa(g)	SV %	PPI(g)	Bio-masa(g)	SV %
0	0.3	30	100	0.9 <sup>b</sup>	94 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>	1.7 <sup>b</sup>	168 <sup>a</sup>	95 <sup>a</sup>
60	0.3	33	100	1.0 <sup>a</sup>	82 <sup>b</sup>	80 <sup>b</sup>	1.9 <sup>a</sup>	146 <sup>b</sup>	76 <sup>b</sup>
120	0.3	30	100	0.9 <sup>b</sup>	93 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	1.7 <sup>b</sup>	172 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>
P	0.0005	<.0001	<.0001	0.0005	<.0001	<.0001	0.0005	<.0001	<.0001
CV <sup>2</sup>	7.18	7.19	48.98	7.18	7.19	48.98	7.18	7.19	48.98

<sup>2</sup>= coeficiente de variación

<sup>1</sup>= Los valores de cada columna seguidos de letras distintas son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

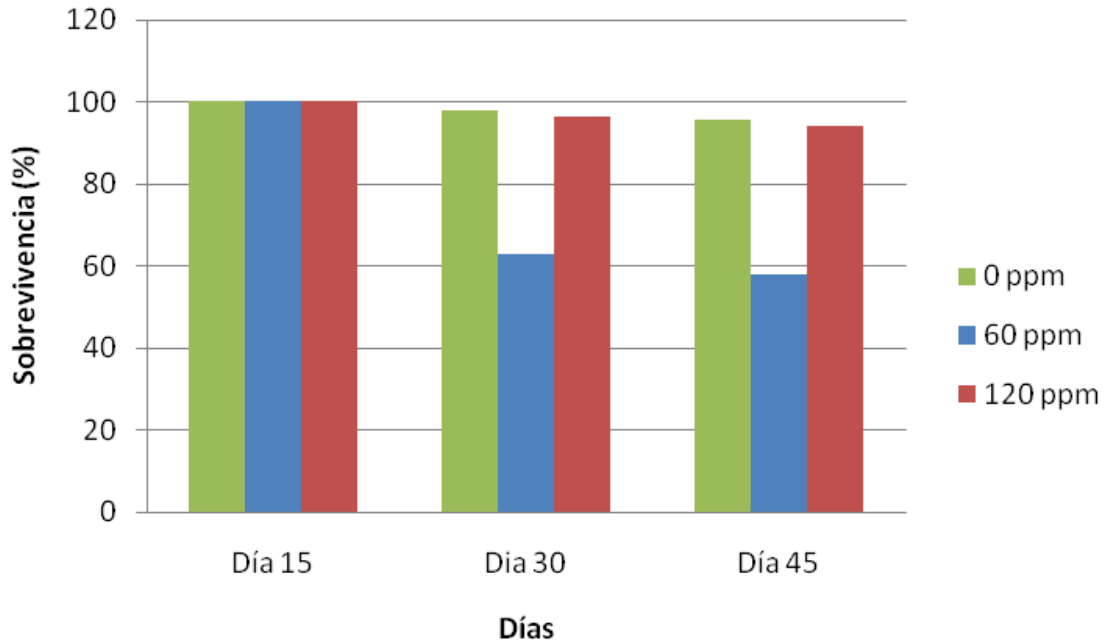


Figura 3. Sobrevivencia (%) a los 15, 30 y 45 días de alevines de tilapia roja tratados con metilo de testosterona y propionato de testosterona a tres dosis.

El Cuadro 3 presenta los datos de peso promedio, biomasa y sobrevivencia de los alevines tratados con cada dosis para cada hormona. A los 15 días no hubo diferencias significativas entre los pesos promedio individuales y sobrevivencia de los alevines de los seis tratamientos (Cuadro 3). Los pesos reportados son similares a los encontrados por Popma y Green (1990) quienes obtuvieron pesos promedios individuales entre 0.2 y 0.3 g a los 30 días de cultivo.

Los alevines tratados con PT 60 ( $P \leq 0.05$ ) alcanzaron la mayor biomasa por hapa al día 15 del ensayo. Esta diferencia desapareció durante los siguientes 15 días del ensayo, y al final la biomasa de estos alevines estuvo entre las menores.

A los 30 y 45 días del ensayo se observó diferencia significativa entre los pesos alcanzados por los alevines ( $P \leq 0.05$ ). El mayor peso promedio fue alcanzado por los alevines tratados con MT 60. Los mismos peces presentaron una menor sobrevivencia y biomasa a las mismas fechas (Cuadro 3).

La sobrevivencia general de los alevines en el ensayo fue elevada pero inferior a la reportada por White (2008) para la etapa de reversión sexual de tilapia. La menor sobrevivencia de los peces tratados con MT 60 se debió, posiblemente, a problemas con insuficiente oxígeno disuelto en el agua del tanque con las cuatro hapas. En los demás tanques la sobrevivencia de los peces fue de  $\geq 94\%$ .

Cuadro 3. Peso Promedio Individual (PPI), peso de la biomasa y sobrevivencia (SV%) a los 15, 30 y 45 días de alevines de tilapia roja expuestos a dosis de 0, 60 y 120 ppm de Metil Testosterona (MT) y Propionato de Testosterona (PT).<sup>1</sup>

TRT Hormona- dosis	15 Días			30 Días			45 Días		
	PPI(g)	Bio- masa(g)	SV %	PPI(g)	Bio- masa(g)	SV %	PPI(g)	Bio- masa(g)	SV %
MT-0	0.3	31 <sup>b</sup>	100	0.9 <sup>b</sup>	95 <sup>a</sup>	97 <sup>a</sup>	1.7 <sup>b</sup>	165 <sup>c</sup>	95 <sup>a</sup>
MT-60	0.2	24 <sup>b</sup>	100	1.1 <sup>a</sup>	70 <sup>b</sup>	62 <sup>b</sup>	2.4 <sup>a</sup>	142 <sup>d</sup>	58 <sup>b</sup>
MT-120	0.2	29 <sup>b</sup>	100	1.0 <sup>b</sup>	97 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>	1.8 <sup>b</sup>	176 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>
PT-0	0.2	28 <sup>b</sup>	100	0.9 <sup>b</sup>	93 <sup>a</sup>	95 <sup>a</sup>	1.7 <sup>b</sup>	170 <sup>ab</sup>	95 <sup>a</sup>
PT-60	0.4	41 <sup>a</sup>	100	0.9 <sup>b</sup>	94 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	1.6 <sup>b</sup>	150 <sup>c</sup>	94 <sup>a</sup>
PT-120	0.3	30 <sup>b</sup>	100	0.8 <sup>b</sup>	88 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	1.7 <sup>b</sup>	168 <sup>b</sup>	97 <sup>a</sup>
P	<.0001	0.08	0.04	<.0001	0.086	0.04	<.0001	0.086	0.04
CV <sup>2</sup>	7.18	7.19	48.98	7.18	7.19	48.98	7.18	7.19	48.98

<sup>2</sup>= coeficiente de variación

<sup>1</sup>= Los valores de cada columna seguidos de letras distintas son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

## COSTOS

Los costos más importantes para la preparación de un kilogramo de alimento hormonado para la reversión sexual de alevines de tilapia incluyen el alimento concentrado, 500 mL de alcohol etílico y 60 mg de la hormona. Se estima el valor de 60 mg de cada producto en \$ 0.48 o \$0.37, para MT y PT, respectivamente. La dosis de MT resulta ser 30% más cara que la dosis de PT.

#### 4. CONCLUSIONES

- Al día 15 los pesos promedios individuales y sobrevivencia de los alevines con relación a las dos hormonas y tres dosis probadas fueron similares.
- A los 30 y 45 días del ensayo los alevines tratados con MT alcanzaron un peso promedio mayor y una sobrevivencia menor a los tratados con PT.
- Los mejores pesos promedios finales se encontraron con los peces tratados con MT 60, pero estos mismos presentaron la menor sobrevivencia de todos los grupos del ensayo.
- La dosis de MT resulta ser 30% más cara que la dosis de PT en preparar un kilogramo de alimento hormonado para la reversión sexual de alevines de tilapia.

## 5. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio con diferentes densidades de alevines por hapa.
- Evaluar las hormonas MT y PT en peces de engorde para lograr el posible efecto anabólico.
- Realizar un estudio para detectar un posible efecto de la MT con 60 ppm en la sobrevivencia de los alevines de tilapia.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aceituno, C.; Meyer, D.; García, A.; Barrera, J. 1997. Evaluación de alevines de tilapia roja adquiridos en diferentes centros de producción de Honduras. En: IV Simposio Centroamericano de Acuicultura. Tegucigalpa, Honduras. p. 206-208.
- Balarin, JD; Hatton JP. 1979. Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland. 174 p.
- Boyd C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. Alabama, USA. 482 p.
- Chamorro, P.; Alvarenga, J. 1992. Plan de desarrollo de producto: Tilapia roja. Federación de productores y exportadores de Honduras. San Pedro Sula, Honduras. 62 p.
- Green, B. W.; 1999 Sistema de producción de tilapia en Honduras. In B:W: green H:C: Clifford, M. McNamara, and G:M. Montañó, Editors, V Central American Symposium on Aquaculture, 18-20 August 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, and Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Choluteca, Honduras. P. 253-257.
- Green B.W.; Duke, C.B. 2006. Pond production,. In: C. Lim and C.D. Webster (editors). Tilapia Biology, Culture and Nutrition. Food Products Press, The Haworth Press, New York, USA. p. 253-288
- Hernández, U; Contreras, W 2005. Manual general para el cultivo y masculinización de crías de tilapia: Manejo seguro de esteroides. Laboratorio de Acuicultura, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma Nacional, Villahermosa, Tabasco, México. 43 p.
- Lovell, T. 1987. Feed and feeding practices for tilapia. Aquaculture Magazine 13(3): 51-52.
- Mair, G.C.; Little, D.C. 1991. Population Control of Farmed Tilapias. In Naga, The ICLARM Quaterly. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. P. 8-13.
- Meyer, D.E.; 1990. Growth, survival and sex ratios of *Tilapia hornorum*, *Tilapia nilotica* and their hybrid (T. *nilotica* Female × T. *hornorum* Male) treated with 17-alpha-Methyltestosterone. Tesis Ph.D. Auburn University, Alabama, USA. 63 p.
- Meyer, D.E. 2001. Technology for successful small-scale tilapia culture. In: D.E. Meyer (editor), Proceedings of the Sessions on Tilapia. 6<sup>th</sup> Central American Aquaculture Symposium, August 22-24, Tegucigalpa, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores

de Honduras (ANDAH), Choluteca, Honduras and the Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program (PD/A CRSP), Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA. P. 97-106.

Meyer, D.E. 2004. Introducción a la Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. 159 p.

Meyer, D.E.; Triminio, S. 2007. Reproducción y cría de alevines de tilapia: manual práctico. Aquaculture Collaborative Research Support Program, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA. 50 p.

Morales, 1991. La tilapia en México. Biología, Cultivo y pesquerías. AGT editors. México, D.R. p 11-17.

Pérez, R. 2002. Evaluación de tres hormonas sintéticas para la reversión de sexo de alevines de tilapia. Proyecto especial de ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 14 p.

Phelps, R.P.; Popma, T.J. 1997. Sex reversal of tilapia. In: Tilapia Aquaculture in the Americas. (Costa-Pierce, B.A. and J.E. Rakocy Eds) World Aquaculture Society. 2: 34-59.

Popma, T.; Green, B.W. 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, USA. 15 p.

SAS. 2007. SAS User's Guide. Statistics. Version 5, SAS Institute Inc., Cary, NC., U.S.

White, E.M. 2008. Evaluación del testículo de toro en la reversión sexual de alevines de tilapia *Oreochromis niloticus* en agua con algas. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 14 p.