

**Comparación de la sobrevivencia, incremento
en longitud y ganancia de peso en alevines de
tilapia roja con densidades de 0.75,
1.50, 3.00 y 6.00/L en hapas**

Michael David Flores Barahona

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Comparación de la sobrevivencia, incremento
en longitud y ganancia de peso en alevines de
tilapia roja con densidades de 0.75,
1.50, 3.00 y 6.00/L en hapas**

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

Presentado por

Michael David Flores Barahona

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

Comparación de la sobrevivencia, incremento en longitud y ganancia de peso en alevines de tilapia roja con densidades de 0.75, 1.50, 3.00 y 6.00/L en hapas

Presentado por:

Michael David Flores Barahona

Aprobado:

Daniel E. Meyer, Ph.D.
Asesor principal

Renan Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Chester Walter Turcios, Ing. Agr.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Comparación de la sobrevivencia, incremento en longitud y ganancia de peso en alevines de tilapia roja con densidades de 0.75, 1.50, 3.00 y 6.00/L en hapas

Michael David Flores Barahona

Resumen: El objetivo del estudio fue comparar la sobrevivencia, incremento en longitud y ganancia de peso en alevines de tilapia roja sembrados a densidades de 0.75, 1.50, 3.00 y 6.00/L en hapas de 50 × 30 × 60 cm. colocadas en piolas. La evaluación del peso y longitud de los alevines se realizó los días 1, 14 y 28 del ensayo con una balanza de precisión y con una regla graduada en milímetros. Se midió diariamente la temperatura y O₂ disuelto, mientras que la salinidad y pH se midieron semanalmente. El ensayo tuvo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas de cada uno. Se hizo un ANDEVA y una separación de medias por el método de Duncan. Todos los parámetros de calidad de agua se mantuvieron en niveles aceptables para la reversión sexual de los alevines. De los 3244 alevines sembrados, se logró cosechar un total de 3235, dando una sobrevivencia general de > 99% para el ensayo completo de 28 días duración. Los peces sembrados a 0.75/L lograron un peso y longitud promedio finales mayores que los sembrados a las otras densidades. Los peces manejados a 1.50 y 3.00/L tenían peso y longitud promedio mayores que los peces sembrados a 6.00/L.

Palabras clave: Alimento hormonado, biomasa total, calidad de agua, reversión sexual.

Abstract: The objective of the study was to compare the survival, increase in length and weight gain in red tilapia fingerlings sown at densities of 0.75 , 1.50, 3.00 and 6.00 / L in hapas 50 × 30 × 60 cm placed in lanyards. The evaluation of the weight and length of fingerlings was performed on days 1, 14 and 28 of the trial with a precision balance and a ruler in millimeters. Temperature was measured daily and dissolved O₂, while salinity and pH were measured weekly. The trial had a completely randomized design with four treatments and four replicates each. There was an ANOVA and mean separation by Duncan's method. All water quality parameters were maintained at acceptable levels for the sex reversal of fingerlings. Of the 3244 fingerlings sown, it was able to harvest a total of 3235, giving an overall survival of > 99% for the full 28-day trial period . Fish stocked at 0.75 / L achieved a final average weight and length greater than the other densities. Fish handled 1.50 and 3.00 / L had higher average weight and length that fish sown at 6.00 / L.

Keywords: Hormon food, sex reversal, total biomass, water quality.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	10
5. RECOMENDACIONES	11
6. LITERATURA CITADA.....	12

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
---------	--------

1. Resultados del monitoreo de calidad de agua en dos pilas de 3.0 x 2.5 x 1.0 m. utilizadas para la reversión sexual de alevines de tilapia en hapas, EAP, Honduras. Los datos son para un periodo de 28 días.....	6
2. Peso promedio inicial y final, ganancia de peso y tasa de crecimiento específico para alevines de tilapia durante su reversión sexual de 28 días en hapas colocadas en pilas de 3.0 × 2.5 × 1.0 m en la EAP, Honduras.....	8
3. Crecimiento promedio inicial y final de alevines de tilapia durante su reversión sexual de 28 días en hapas colocadas en pilas de 3.0 × 2.5 × 1.0 m en la EAP, Honduras.....	9

Figuras	Página
---------	--------

1. Supervivencia promedio de alevines de tilapia roja sembrados a diferentes densidades en hapas colocadas en pilas de 3.0 x 2.5 x 1.0 m durante su reversión sexual de 28 días, en la EAP, Honduras.....	7
2. Peso promedio de alevines de tilapia roja <i>Oreochromis</i> sp. sembrados a diferentes densidad en hapas durante su reversión sexual en la EAP, Honduras.....	8
3. Comparación entre peso promedio final y biomasa total de los alevines durante su proceso de reversión sexual en hapas a diferentes densidades.....	9

1. INTRODUCCIÓN

La tilapia es actualmente el pez más importante en la piscicultura de Centro América y el segundo más importante en América Latina. Ninguna especie de pez nativo de Latino América iguala las características productivas de la tilapia (FAO 2011).

En las tres últimas décadas la producción mundial de peces comestibles procedentes de la acuicultura ha aumentado en promedio 8.8% anual. El cultivo comercial de tilapia es importante en Ecuador, Honduras, Costa Rica. Cada uno de estos países exporta importantes cantidades de filete fresco de tilapia a mercados en norte América (FAO 2010).

La tilapia es de agua dulce pero puede adaptarse a aguas hasta 10000 ppm de salinidad. Es resistente al manipuleo y presenta infrecuentes episodios de patologías. Puede soportar aguas turbias y pobres en oxígeno disuelto (Meyer 1989).

Su alimentación natural consiste mayormente en productos vegetales, en particular consume fitoplancton en aguas fértiles. Además estos peces pueden filtrar el agua, consumiendo bacterias, otros microorganismos y detritus (materia orgánica en proceso de descomposición) (Lim y Webster 2006). La tilapia se reproduce fácilmente y durante todo el año a temperaturas mayores de 23 °C. Estos peces alcanzan su madurez sexual a la temprana edad de 3 a 4 meses (Meyer y Triminio 2007).

En Honduras se cultiva tanto la tilapia de Nilo de color grisáceo como la tilapia roja. La mayoría de los productores que engordan tilapia compran su semilla o alevines en centros especializados en el país (Meyer 1989; Meyer y Triminio 2007).

La calidad de la semilla de tilapia fue evaluada en 16 fincas en Honduras. Los resultados del estudio mostraron mucha variación, entre otros aspectos, habían muchas hembras en los lotes de alevines evaluados (Triminio Meyer *et al.* 2007). En Centro América la semilla de tilapia no está disponible todo el año, y durante los meses de clima fresco los productores especializados no tienen peces a la venta.

Una semilla de tilapia de buena calidad consiste en alevines uniformes en color y tamaño, y con 97% o más de machos. Se logra producir lotes de alevines mayormente de machos por medio de la práctica de la reversión sexual con la hormona 17- α -metilo-testosterona (Popma and Green 1990; Meyer y Triminio Meyer 2007).

Los piscicultores quieren comprar alevines más grandes ya que estos son más fuertes, más resistentes, más desarrollados y requieren de menos tiempo para alcanzar un tamaño de mercado (Watanabe *et al.* 1989).

Con una mayor densidad de siembra, las instalaciones usadas para la reversión sexual de alevines de tilapia serán usadas más eficientemente (Bhujel 2010). Usualmente a una mayor densidad de siembra cada pez/animal crecerá más lentamente, y habrá más frecuentes y más serios episodios patológicos.

El objetivo del estudio fue comparar la sobrevivencia, incremento en longitud y ganancia de peso en alevines de tilapia roja sembrados a densidades de 0.75, 1.50, 3.00 y 6.00/L en hapas. También se comparó la calidad de agua en las dos pilas con las hapas y alevines, y se evaluó el incremento en longitud y ganancia de peso de los alevines sembrados en hapas de 50 x 30 x 60 cm durante los 30 días de reversión sexual.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El proyecto se realizó entre Julio y Agosto del 2013 en el Laboratorio de Acuicultura del Departamento de Ingeniería Agronómica de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Honduras. La EAP está a una elevación de 800 msnm, con una temperatura promedio de 24° C y precipitación de 1100 mm anuales.

Peces. Los alevines sembrados fueron tomados de la incubadora del laboratorio de acuicultura seleccionados de los lotes manejados en la EAP de la tilapia roja (*Oreochromis* sp.) con una longitud de ≤ 12 mm, libres de lesiones y activos. Los alevines fueron repartidos en las hapas a densidades de 0.75, 1.50, 3.00 y 6.00/L, cuatro hapas con cada densidad. Se adicionó un 10% más de alevines a cada hapa debido al maltrato que iban a sufrir al evaluar el peso y longitud de los mismos en día 14 del ensayo.

La medición del peso de los alevines se realizó los días 1, 14 y 28 del ensayo con una balanza de precisión marca Ohaus modelo Dial-a-Gram. En las mismas fechas se evaluó la longitud total de los alevines que fueron pesados usando una regla graduada en milímetros.

Los alevines se pusieron en papel toalla por cinco minutos para secarlos y facilitar su manipulación antes de pesarlos. El día de la siembra del ensayo se pesó tres grupos de 25 peces cada uno para determinar su peso promedio, estos peces no fueron incluidos en el ensayo, debido al maltrato provocado por tenerlos secando durante varios minutos fuera del agua y por haber sido manipulados en la balanza.

El día 14 se tomó el 10% de la población de cada hapa y se realizó el mismo procedimiento como del día 1 para determinar su peso y longitud promedio y el día 28 del ensayo se tomó 10 individuos escogidos al azar de cada una hapa para evaluar su peso y longitud.

La tasa de crecimiento específico nos ayuda a determinar la rapidez de ganancia de peso durante el ensayo, la misma se calculó con la siguiente fórmula (Aqualex, 2013).

$$TCE = \frac{\ln \text{peso final (g)} - \ln \text{peso inicial (g)}}{\text{tiempo entre pesajes (días)}} \times 100 \quad [1]$$

Unidades experimentales. Las hapas son bolsas fabricadas de una malla mosquitera de fibra de vidrio con dimensiones de 50 x 30 x 60 cm. Cada hapa tiene la forma de una caja hecha de malla y suspendida en el agua con cuerdas y reglas de madera. Se colocó cada hapa con su borde superior 10 cm por encima de la superficie del agua para evitar el escape de los alevines. La hapa facilita el manejo de los alevines en sus primeros meses de vida.

Se llenó cada pila con agua bombeada del Lago Monte Redondo. El agua de la pila recibió aireación continua por medio de una piedra difusora de sílice fusionado de 10 cm de largo conectada a un soplador (2.5 HP), se mantuvo llena de agua sin hacer recambios durante del experimento y fue cubierta por una lámina de plástico translúcido para invernadero para evitar la depredación de los alevines por los pájaros y tener control de la temperatura del agua.

Alimento. Se ofreció a los alevines un alimento concentrado fabricado por la compañía ALCON S.A. especial para alevines de tilapia con 42% de proteína cruda y en la forma física pulverizado. Se preparó el concentrado con la hormona 17- α -metilo-testosterona a razón de 60 mg/kg de alimento preparado (Popma and Green 1990; Meyer y Triminio Meyer 2007).

Se calculó la cantidad diaria de alimento para cada hapa según la biomasa estimada de los peces y la recomendación del fabricante. El alimento hormonado fue dado a los alevines de cada hapa en cuatro porciones por día, dos en la mañana y dos en la tarde.

Calidad de Agua. En las pilas se hizo un monitoreo de la concentración de oxígeno disuelto y temperatura del agua dos veces por día (a.m. y p.m.). Semanalmente se evaluó el pH por el método colorimétrico (Fisher indicador universal) y salinidad del agua con un hidrómetro de vidrio.

Diseño experimental y análisis estadístico. El ensayo tuvo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (densidades de siembra) y cuatro réplicas de cada uno (hapas). Se hizo un ANDEVA y una separación de medias por el método de Duncan usando el sistema de análisis estadístico SAS[®] con los resultados de sobrevivencia, incremento en longitud y ganancia de peso de los alevines a los 28 días del ensayo. El nivel de significancia usado fue de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de agua. Todos los parámetros de calidad de agua monitoreados durante el ensayo presentaban valores aceptables para el proceso de reversión sexual con alevines de tilapia (Cuadro 1). La tilapia es un pez rustico que tolera fluctuaciones en la calidad del agua (Meyer 2008).

Las pilas usadas en el ensayo son diseñadas para sostener poblaciones ≥ 5000 alevines de tilapia. El total de peces sembrados en cada pila fue 1622 alevines. Probablemente, por esta razón la calidad de agua de las pilas fue siempre aceptable.

El valor de pH del agua en ambas pilas se mantuvo en neutro. Se recomienda un valor de pH entre 6.5 a 10.0 para el cultivo de peces de agua dulce (Boyd 1990).

No se detectó concentraciones medibles de sal en el agua de las pilas con un hidrómetro. Las tilapias son de agua dulce pero se adaptan a salinidades de hasta 10 000 ppm (Hernandez Melgar Y Rivas Rodriguez 2012).

Con el plástico se logró reducir la fluctuación de temperatura, se logró un efecto invernadero y su presencia protegió a los peces de depredadores. El rango óptimo de temperatura del agua para el buen desarrollo de la tilapia es de 25 a 32° C (Meyer y Triminio Meyer 2007).

En las horas de la tarde de los dos últimos días del ensayo se registraron temperaturas del agua en ambas pilas $> 32^{\circ}$ C. No se observó ninguna señal de estrés de los peces en esos momentos.

Nunca se detectaron concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de las dos pilas menores de 3.0 ppm (Cuadro1). La tilapia se desarrolla bien en aguas con ≥ 3.0 ppm de oxígeno en solución (Boyd 1990). El sistema de aireación funcionó adecuadamente y sin interrupciones, por tal razón las concentraciones de oxígeno en solución registradas siempre fueron adecuadas.

Cuadro 1. Resultados del monitoreo de calidad de agua en dos pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m utilizadas para la reversión sexual de alevines de tilapia en hapas, EAP, Honduras. Los datos son para un periodo de 28 días.

Pila y valor	Temp. (° C)	O ₂ disuelto (ppm)
Máximo	32.5	9.7
1 Mínimo	26.6	3.0
Promedio	29.9	5.9
Máximo	32.5	9.9
2 Mínimo	26.9	3.0
Promedio	29.8	6.2

Sobrevivencia. De los 3244 alevines sembrados, se logró cosechar un total de 3235, dando una sobrevivencia general de 99% para el ensayo completo de 28 días duración. No se detectó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la sobrevivencia de los alevines según las densidades de siembra probadas (Figura 1).

Una sobrevivencia de 70 a 90% de los alevines en tratamiento con la MT, es considerada aceptable (Popma y Green 1990). La alta sobrevivencia de los alevines se debió, probablemente, a factores como la adecuada temperatura y suficiente oxígeno disuelto en el agua durante el ensayo, la baja densidad de siembra de los peces en las pilas, una buena alimentación y cero depredación por aves.

En un estudio realizado en la EAP evaluando diferentes densidades de alevines de tilapia en hapas se obtuvo una sobrevivencia del 80% (Hurtado Chamorro 2002). Otro estudio similar realizado en la EAP se logró una sobrevivencia de 81% de los alevines manejados a densidades de 200, 400 y 600/m³ en jaulas (Flamenco Quintallina 2009).

Una sobrevivencia para los alevines aceptable durante el proceso de reversión sexual sería de 70% (Meyer y Triminio Meyer 2007). Los resultados del actual estudio superan ampliamente estas recomendaciones.

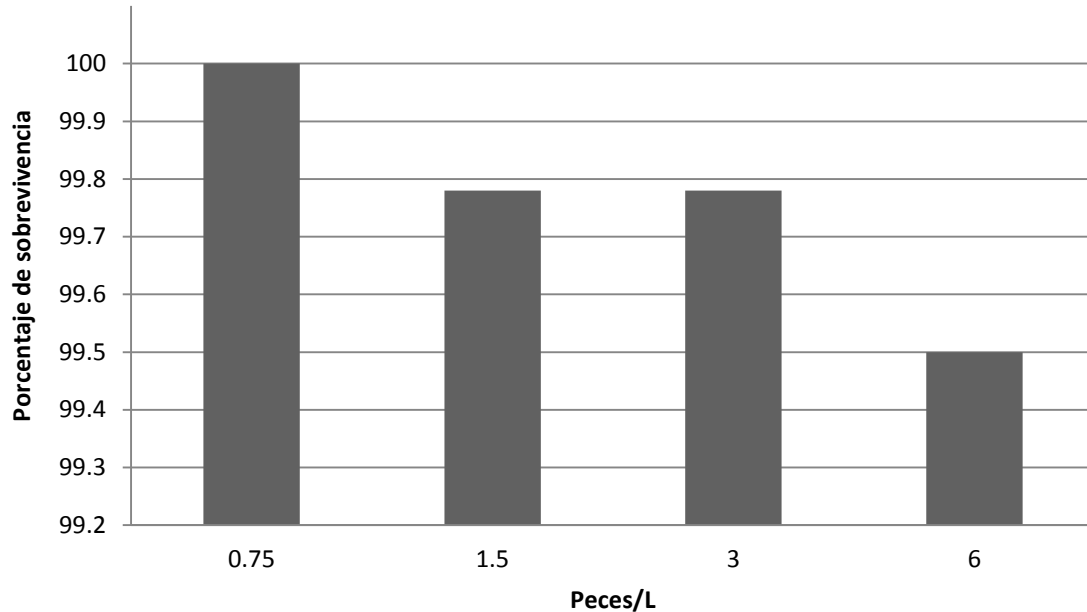


Figura 1. Sobrevivencia promedio de alevines de tilapia roja sembrados a diferentes densidades en hapas colocadas en pilas de 3.0 x 2.5 x 1.0 m durante su reversión sexual de 28 días, en la EAP, Honduras.

Alevines. Se comenzó el estudio con alevines de peso promedio uniforme para cada tratamiento (Figura 2). En la EAP se maneja un sistema de incubación artificial de crías de tilapia con monitoreo diario de su desarrollo. Los alevines para el ensayo fueron tomados de la incubadora y transferidos directamente a las hapas.

Hubo diferencias significativas para los pesos promedios finales de los alevines sembrados a las diferentes densidades (Cuadro 2). Los peces sembrados a 0.75/L lograron un peso promedio final mayor que los sembrados a las otras densidades. Los peces manejados a 1.50 y 3.00/L tenían peso promedio finales mayor que los peces sembrados a 6.00/L.

Los alevines alcanzan usualmente un peso promedio entre 0.1 a 0.6 g a los 30 días de edad finalizando el proceso de reversión sexual (Popma y Green 1990; Meyer y Triminio Meyer 2007).

Bajo condiciones ambientales optimas y buen manejo, los alevines pueden alcanzar un peso promedio superior a 1.0 g a los 30 días de edad (Meyer 1990). Otro estudio realizado en la EAP establece que los alevines obtuvieron un peso promedio al final de la reversión sexual de 0.25 g (Hurtado Chamorro 2002). La densidad óptima obtenida en este experimento es de 0.75 alevines/L.

Esto es relativo a las condiciones climáticas de otras zonas. Fincas de producción a nivel del mar en Honduras trabajan a una densidad de 67 alevines/L, también varía si se tiene un flujo constante de agua, en estas condiciones la densidad aumenta a 200 alevines/L (Mosquera 2003).

Para el crecimiento en longitud también se diferencias significativas (Cuadro 3). Los peces sembrados a 0.75/L mostraron los mejores crecimientos con respecto a las otras densidades de siembra.

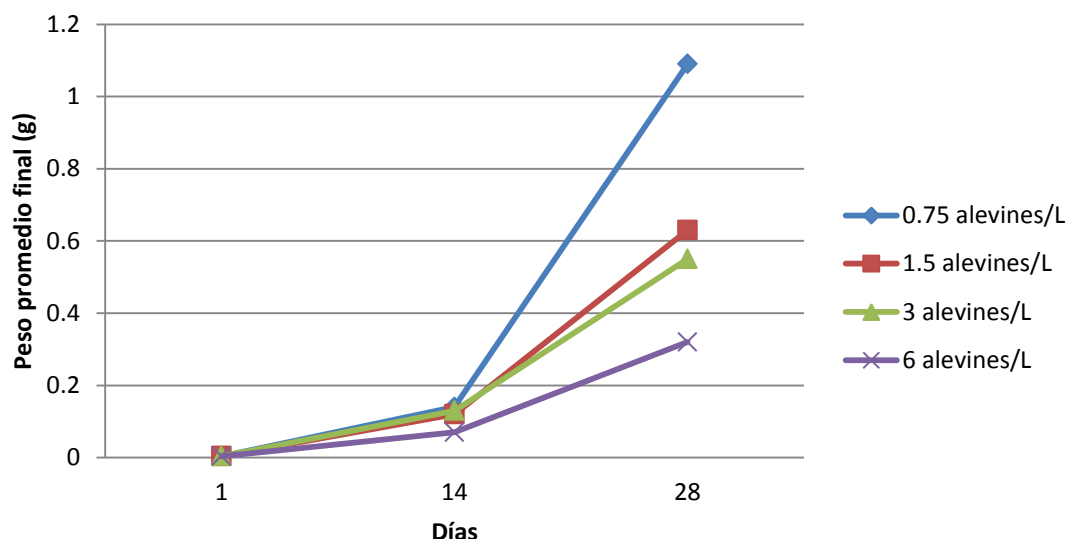


Figura 2. Peso promedio de alevines de tilapia roja *Oreochromis* sp. sembrados a diferentes densidad en hapas durante su reversión sexual en la EAP, Honduras.

Cuadro 2. Peso promedio inicial y final, ganancia de peso y tasa de crecimiento específico para alevines de tilapia durante su reversión sexual de 28 días en hapas colocadas en pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m en la EAP, Honduras.

Densidad	Peso promedio de los peces (g)		Ganancia de peso (mg/pez/día)	Tasa de crecimiento específico (%)
	Inicial	Final		
0.75	0.004	1.1 ± 0.11 a	38	20.1
1.50	0.004	0.6 ± 0.35 b	22	17.8
3.00	0.004	0.5 ± 0.73 b	19	17.5
6.00	0.004	0.3 ± 0.99 c	11	15.4

Cuadro 3. Crecimiento promedio inicial y final de alevines de tilapia durante su reversión sexual de 28 días en hapas colocadas en pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m en la EAP, Honduras.

Densidad	Longitud inicial (mm)	Longitud final (mm)
0.75	9	43 a
1.50	9	36 b
3.00	9	34 b
6.00	9	28 c

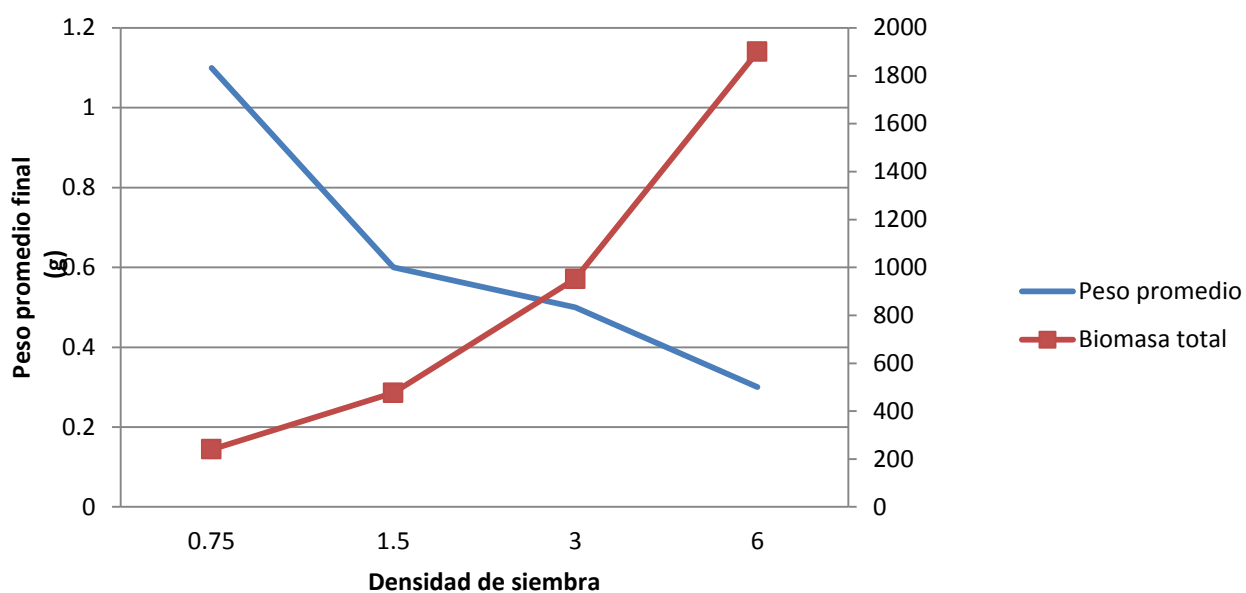


Figura 3. Comparación entre peso promedio final y biomasa total de los alevines durante su proceso de reversión sexual en hapas a diferentes densidades.

4. CONCLUSIONES

- La calidad de agua durante el experimento fue aceptable resultando en una sobrevivencia de > 99% los alevines del ensayo.
- Los peces sembrados a 0.75/L lograron un peso y longitud promedio finales mayores que los sembrados a las otras densidades, y los peces manejados a 1.50 y 3.00/L tenían un peso y longitud promedios finales mayores que los peces sembrados a 6.00/L.

5. RECOMENDACIONES

- Para la reversión sexual de alevines de tilapia se recomienda usar densidades hasta 6/L en hapas.
- Seguir probando estrategias que resulten en sobrevivencias elevadas de los alevines durante su reversión sexual.

6. LITERATURA CITADA

Aqualex. 2013. Specific Growth Rate. En línea, consultado el 16 de octubre del 2013. Disponible en: http://www.aqualex.org/elearning/fish_feeding/english/management/fr_growth_rate.html

FAO. 2010. Examen mundial de la pesca y acuicultura. En línea, consultado el 12 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s01.pdf>

FAO. 2011. Diagnóstico sobre el estado de la acuicultura en américa latina y el caribe. En línea, consultado el 12 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab484s/AB484S00.htm#TOC>

Flamenco Quintallina, H. S. 2009. Pre-engorde de alevines de tilapia del Nilo sembrados a 200, 400 y 600/m³ en jaulas en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 10 p.

Hernandez Melgar, M. I. y L. M. Rivas Rodriguez. 2012. Evaluación de los límites de tolerancia a la salinidad en alevines de uno y 30 días de edad de tilapia roja *Oreochromis sp.* y del Nilo O. *niloticus*. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 14 p.

Hurtado Chamorro, M. J. 2002. Sobrevivencia y crecimiento de alevines de tilapia en tres tipos de recipientes. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 9 p.

Lim C.E. and C.D. Webster. 2006. Tilapia Biology, Culture, and Nutrition. The Haworth Press, New York, USA. pp 469-502.

Meyer D. y S. Triminio. 2007. Reproducción y cría de alevines de tilapia manual práctico. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 51p.

Meyer, D.E. 1989. Realidad de la Acuicultura en Honduras y sus Limitaciones. Ceiba 30(2):9-16.

Mosquera P. 2003. Estudio de prefactibilidad para la instalación de un centro de producción de alevines revertidos de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). UNALM 2002.

Popma, J. and B. Green. 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Alabama, United States, International center of aquaculture. 15p.

SAS[®]. 2009. User's Guide. Statistical Analysis System Inc., Cary, NC, USA. Version 9.1.

Triminio Meyer, S.A., J.J. Molnar, D.E. Meyer and E.W. Tollner. 2007. Tilapia Fingerling Production in Honduras. Journal of Applied Aquaculture 19(2):1-27.