Pre-engorde de alevines de tilapia del Nilo sembrados a 200, 400 y 600/m^3 en jaulas en Zamorano, Honduras

Heiner Stanley Flamenco Quintanilla

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Pre-engorde de alevines de tilapia del Nilo sembrados a 200, 400 y 600/m^3 en jaulas en Zamorano, Honduras

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

Presentado por

Heiner Stanley Flamenco Quintanilla

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

Pre-engorde de alevines de tilapia del Nilo sembrados a 200, 400 y 600/m^3 en jaulas en Zamorano, Honduras

Presentado por:

Heiner Stanley Flamenco Quintanilla

Aprobado:

_____ Daniel Meyer, Ph.D. Asesor Principal	_____ Miguel Vélez, Ph.D. Director Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
_____ Claudio Castillo, Ing.Agr. Asesor	_____ Raúl Espinal, Ph.D. Decano Académico
_____ John J. Hincapié, Ph.D. Coordinador Área Temática, Zootecnia	_____ Kenneth L. Hoadley, D.B.A. Rector

RESUMEN

Flamenco, H. 2009. Pre-engorde de alevines de tilapia del Nilo sembrados a 200, 400 y 600/m^3 en jaulas en Zamorano, Honduras. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 20 p.

La tilapia se puede cultivar en jaulas de tamaño variable. El objetivo del estudio fue comparar el pre-engorde de alevines de tilapia del Nilo a tres densidades de siembra en jaulas flotantes de 1m^3 de volumen. El ensayo se realizó en 15 jaulas hechas de malla Vexar^{TM} de 6 mm de luz colocadas en un estanque de aproximadamente 1,000 m^2 de espejo de agua. Se utilizó un DCA con tres tratamientos (densidades) y cinco réplicas (jaulas) por cada densidad. Se utilizaron alevines machos de tilapia del Nilo de 5.2 g peso promedio sembrados a densidades de 200, 400, 600 peces por m^3. Los peces en las jaulas recibieron alimento con 45% PC del día uno al 21 y con 28% PC del 23 al 63 fabricado por ALCON, S.A. La sobrevivencia general de los peces fue de 80.7%. La mejor sobrevivencia fue observada en los peces sembrados a 200/m^3. El peso promedio final de los peces fue diferente ($P \leq 0.05$) e inversamente proporcional a las tres densidades de siembra probadas. La biomasa final de peces/jaula aumentó ($P \leq 0.05$) con la densidad de siembra de los alevines. El mejor Índice de Conversión Alimenticia (ICA) fue observado en los peces sembrados a 200/m^3.

Palabras claves: Piscicultura, Centro América, ganancia diaria de peso.

CONTENIDO

Portadilla i
Página de firmas ii
Resúmen iii
Contenido iv
Índice de Cuadros y Figuras v

1. **INTRODUCCIÓN** 1
2. **MATERIALES Y MÉTODOS** 2
3. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN** 4
4. **CONCLUSIONES** 11
5. **RECOMENDACIONES** 12
6. **LITERATURA CITADA** 13

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro

1. Monitoreo de la calidad del agua del estanque durante los 63 días del estudio en Zamorano, Honduras..... 3

2. Parámetros de la calidad del agua en el estanque monitoreada durante los 63 días del estudio en Zamorano, Honduras. 4

3. Producción de alevines de tilapia del Nilo sembrados a 200, 400 y 600/m^3 en jaulas y alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras..... 7

Figura

1. Relación entre las densidades de siembra y la sobrevivencia de alevines de la tilapia del Nilo sembrados en jaulas y alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras. 6

2. Comparación del porcentaje de sobrevivencia de los alevines de tilapia del Nilo sembrados a tres densidades en jaulas y alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras. 6

3. Relación entre la densidad de siembra y el peso promedio final de los alevines de tilapia del Nilo sembrados en jaulas y alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras. 8

4. Relación entre la densidad de siembra y la biomasa final por jaula de alevines de tilapia del Nilo alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras. 9

5. Comparación de los ICAs de alevines de tilapia del Nilo sembrados a tres densidades y ofrecidos concentrados con 45% de PC en la forma física de partículas hundibles durante 21 días, y con 28% de PC en la forma física de perdigones flotantes durante 42 días, en Zamorano, Honduras. Cada barra representa un intervalo de 21 días y es el promedio obtenido de los peces de cinco jaulas. 10

1. INTRODUCCIÓN

La producción de tilapia es un rubro importante para la economía de muchos países tropicales. Después de la carpa, la tilapia es el pez de escama más importante en la piscicultura mundial superando los 2 millones de TM en el 2006 (Fitzsimmons 2008).

La meta es producir la mayor cantidad posible de individuos de tamaño comercial de la manera más eficiente y económica. Un factor importante en la producción es la densidad de siembra de peces por área ó volumen de agua disponible (Hepher 1978). Un estudio realizado en Comayagua, Honduras, en estanques, demostró que el aumento de la densidad de siembra de 10,000 a 30,000 peces/ha incrementó la producción de 2,410 a 4,817 kg/ha (Green y Alvarenga 1988).

La tilapia se puede cultivar en jaulas de tamaño variable y fabricadas de diversos materiales. El movimiento de agua a través de la malla de la jaula es crítico para suplir oxígeno (Coche 1982). A una mayor densidad de siembra de peces por jaula, se espera una mayor ganancia de biomasa y mortalidad, pero menor ganancia de peso individual (McGinty 1991). Al evaluar el cultivo de tilapia del Nilo y roja sembrados en jaulas en densidades de 200, 400 y 600 peces por m^3 en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras, los mayores pesos finales se obtuvieron con la densidad de 200 peces por m^3 (Gómez y Gutiérrez 2008).

El objetivo general de este estudio fue comparar el crecimiento de alevines de tilapia del Nilo sembrados a tres densidades en jaulas ubicadas en un estanque de producción de la Estación de Acuacultura de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Los objetivos específicos fueron comparar la ganancia de peso individual, la sobrevivencia, la ganancia de biomasa y el Índice de Conversión Alimenticia de alevines de tilapia del Nilo en jaulas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación de Acuacultura de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), valle del Río Yegüare, Departamento de Francisco Morazán, Honduras; ubicada a 32 km al este de Tegucigalpa a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual que oscila entre 24 y 25 ºC y una precipitación anual de aproximadamente 1,100 mm.

El ensayo se realizó en 15 jaulas cilíndricas flotantes hechas de malla Vexar™ de plástico de 6 mm de luz con 1 m de altura y 1.15 m de diámetro. Se estimó el volumen útil de cada jaula en 1.0 m^3. Cada jaula tiene un anillo de tubo de PVC de 5.0 cm de diámetro en su parte superior para su sostén físico y flotación en el agua.

Se dejó una separación de 1.5 m entre las jaulas atadas a una soga de nylon dentro de un estanque de aproximadamente 40 x 25 m de espejo de agua y una profundidad promedio de 1.5 m y es llenado con agua del lago de Monte Redondo con una bomba (descarga de ±1000 L/minuto) accionado por un motor eléctrico de 15 HP.

Se utilizaron 6,000 alevines de tilapia del Nilo de 5.2 g de peso. Los peces fueron seleccionados de los lotes manejados en la EAP por su tamaño y color uniforme sembrados a densidades de 200, 400 y 600 alevines/m^3 en cinco jaulas, respectivamente.

Siete días antes de sembrar los alevines en las jaulas en el estanque fuera de las jaulas se sembraron 2,000 ejemplares de tilapia del Nilo de aproximadamente 194 g peso promedio.

Del día uno hasta el 21 los peces recibieron alimento concentrado para tilapia con 45% PC a razón de 8% de su biomasa, del día 22 hasta finalizar el ensayo recibieron concentrado con 28% PC a razón de 7% de la biomasa de los peces y del día 43 al 63 de 6% de la biomasa. Se utilizó el programa alimenticio y el concentrado para tilapia fabricado por ALCON, S.A. (2009). Los peces fuera de las jaulas en el estanque no se alimentaron.

Cada 21 días se realizó un muestreo de los peces de las 15 jaulas para evaluar su crecimiento y sobrevivencia. Los alevines fueron pesados en grupos de 100 usando una balanza de 1000 g de capacidad (Marca Chatillion).

El monitoreo de la calidad del agua se realizó según se detalla en el Cuadro 1. El día 31 hasta finalizar el estudio se colocó un aireador flotante con un motor eléctrico de 2 HP.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos (las densidades de siembra) y cinco réplicas de cada uno (jaulas). Los datos obtenidos de la ganancia de peso individual, biomasa, sobrevivencia de los peces y los cálculos de Índice de Conversión Alimenticia (ICA), fueron sometidos a un ANDEVA ($P \leq 0.05$) y una separación de medias por Duncan (SAS 2007). Se realizó una regresión entre la densidad de siembra y sobrevivencia final, peso promedio final individual e incremento en biomasa/jaula.

Cuadro 1. Monitoreo de la calidad del agua del estanque durante los 63 días del estudio en Zamorano, Honduras.

Parámetro a medir	Aparato	Frecuencia de la medición
Oxígeno disuelto (ppm) y temperatura de agua (ºC)	Medidor poligráfico, marca YSI, modelo 55	Dos veces al día (mañana y tarde)
Transparencia del agua	Disco Secchi	Una vez a la semana
pH del agua	Método solución indicador universal	Una vez a la semana

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1 CALIDAD DEL AGUA

La tilapia es una especie resistente que tolera condiciones pobres de calidad del agua (Boyd 1990). La concentración de oxígeno disuelto en el agua se mantuvo arriba de 2 ppm (Cuadro 2) y dentro del rango recomendado para el engorde de tilapia (Boyd 1990; Meyer 2009). Con la excepción del día 31 por la mañana cuando se observó en las jaulas peces boqueando y una mortalidad del 6.25% de la población total sembrada.

La tilapia y otras especies de peces indican cuando hay una concentración baja de oxígeno disuelto en el agua, situación que normalmente sucede en horas de la madrugada. Cuando esto ocurre, los peces aparecen en la superficie del agua tragando un poco de aire con el agua superficial del estanque. Esta actividad es conocida como "boqueo" (Meyer 2009).

La temperatura y pH del agua del estanque se mantuvieron en los rangos óptimos para el engorde de tilapia (Cuadro 2). Los parámetros ideales para la crianza de tilapia son valores de pH entre 6.5 y 8.5 y temperaturas del agua de 24 a 30 ºC (Boyd 1990; Trejo 2002).

La transparencia del agua se mantuvo en el rango recomendado indicando la presencia de una buena comunidad y cantidad de plancton (Cuadro 2). Para el cultivo de tilapia se recomienda que el agua tenga una transparencia de 20 a 30 cm (Boyd 1990; Gómez y Gutiérrez 2008).

Cuadro 2. Parámetros de la calidad del agua en el estanque monitoreada durante los 63 días del estudio en Zamorano, Honduras.

Parámetro (unidades)	Nº de observaciones	Valor mínimo	Valor máximo	Promedio
Oxígeno (mg/L)	38	2.4	7.5	5.0
Temperatura (ºC)	60	24.3	29.5	26.9
pH	9	6.5	7.5	6.8
Turbidez (cm)	9	20.0	24.0	22.0

3.2 SOBREVIVENCIA DE LOS PECES

Al finalizar el estudio había un total de 4,840 peces vivos en las 15 jaulas. Esto representa un 80.7% de sobrevivencia general. La correlación entre la sobrevivencia y la densidad de siembra no fue significativa (Figura 1).

Gomez y Gutierrez (2008) lograron una sobrevivencia general de 75% a los 63 días para alevines de tilapia del Nilo y 79% para tilapia roja, sembrados a densidades de 200, 400 y 600 peces/m^3 en jaulas. Green y Alvarenga (1988) lograron una sobrevivencia general de 95% de los peces adultos en un ensayo en estanques con 150 días de duración sembrados a 10,000, 20,000 y 30,000/ha.

La mejor sobrevivencia ($P \leq 0.05$) fue observada en los peces sembrados a 200/m^3 (Figura 2). Los peces en jaulas con baja densidad de siembra tienen una mayor oportunidad de consumir el alimento natural y sufren menos estrés (Coche 1982; Gómez y Gutiérrez 2008). Los peces sembrados a 600/m^3 presentaron una sobrevivencia ligeramente mayor que los sembrados a 400/m^3 (Cuadro 3).

El día 21 del ensayo se realizó el primer muestreo para pesar, contar y medir los peces en cada jaula (la actividad de medir los peces se realizó solo en el primer muestreo), tarea que duró más de 12 horas en el campo. Dos días después se encontraron peces muertos en las jaulas. Se removió un total de 649 peces muertos de las jaulas entre los días 22 y 23 del ensayo. Fueron tres muertos en las jaulas sembrados a 200/m^3, 334 en las sembradas a 400/m^3 y 312 en las sembradas a 600/m^3. Probablemente esta mortandad de peces se debió al excesivo manipuleo sufrido durante el muestreo y representa el 57% de los peces muertos durante el ensayo.

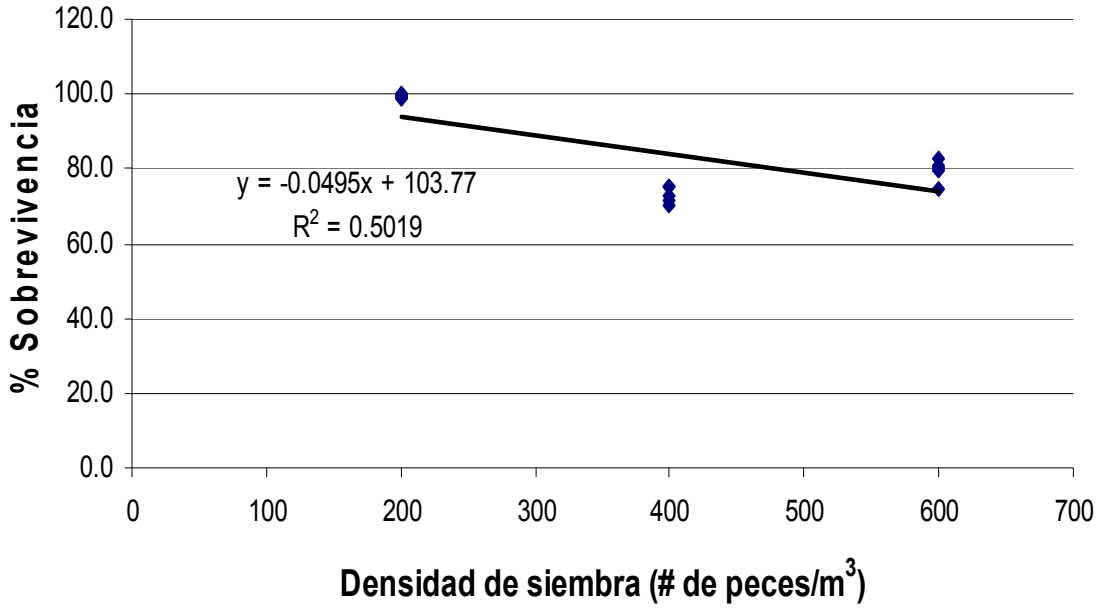

Figura 1. Relación entre las densidades de siembra y la sobrevivencia de alevines de la tilapia del Nilo sembrados en jaulas y alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras.

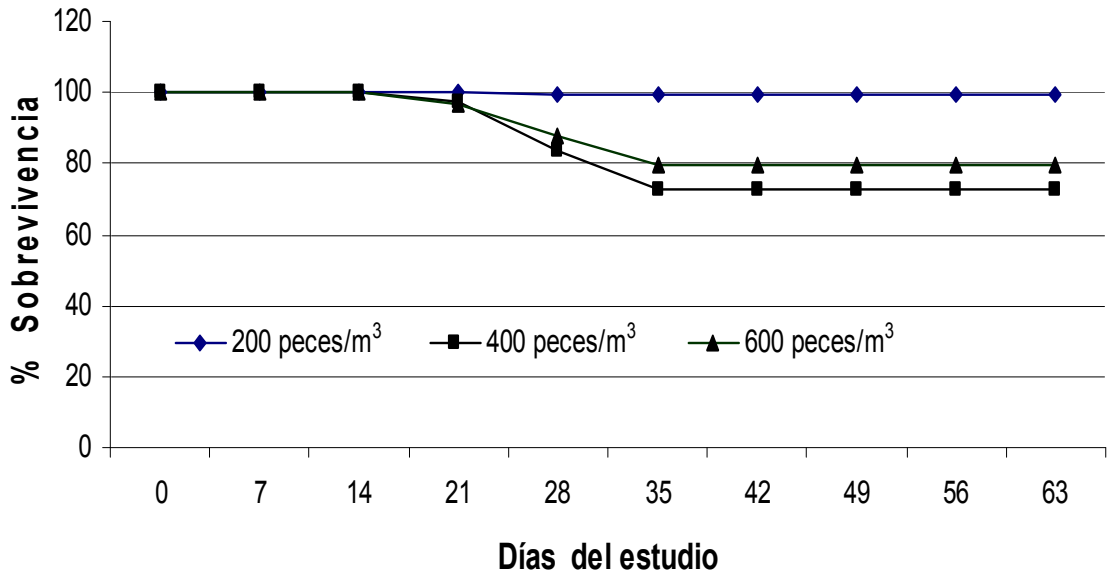

Figura 2. Comparación del porcentaje de sobrevivencia de los alevines de tilapia del Nilo sembrados a tres densidades en jaulas y alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras.

Cuadro 3. Producción de alevines de tilapia del Nilo sembrados a 200, 400 y y 600/m^3 en jaulas y alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras. *

Densidad Alevines/m^3	Siembra		Cosecha				
	Peso Inicial (g)	Biomasa Inicial (kg/jaula)	Sobrevivencia %	Peso Final (g)	Biomasa Final (kg/jaula)	GDP (g/pez/día)	ICA
200	5.1 ± 0.1	1.03 ± 0.03	99.4 ± 0.42[a]	23.2 ± 0.21[a]	3.18 ± 0.04[c]	0.25 ± 0.04a	1.4 ± 0.4[b]
400	5.4 ± 0.3	2.17 ± 0.11	72.9 ± 3.30[c]	17.3 ± 0.60[b]	4.14 ± 0.03[b]	0.18 ± 0.03[b]	2.4 ± 0.5[a]
600	5.2 ± 0.2	3.10 ± 0.14	79.6 ± 2.90[b]	14.8 ± 0.48[c]	6.08 ± 0.07[a]	0.16 ± 0.02[c]	2.3 ± 0.4[a]

* Medias en la misma columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P≤0.05).
GDP: Ganancia Diaria de Peso.
ICA: índice de Conversión Alimenticia.

3.3 CRECIMIENTO DE LOS PECES

El peso promedio final de los peces fue diferente ($P \leq 0.05$) en las tres densidades de siembra. Al aumentar la densidad de siembra el peso bajó (Cuadro 3). La correlación entre el peso promedio final y la densidad de siembra fue altamente significativa ($R^2 = 0.99$) (Figura 3). Green y Alvarenga (1988) encontraron una relación similar con tilapias sembradas en estanques.

Las jaulas con menor densidad de siembra presentan un mayor espacio y condiciones de menos estrés para los peces de cultivo. Una mayor densidad de siembra de peces por jaula resulta en una menor ganancia de peso individual (McGinty 1991).

El mayor peso promedio final se logró con los peces sembrados a 200/m^3 (Cuadro 3) y el menor con los peces a 600/m^3. Gómez y Gutiérrez (2008) obtuvieron peso promedios finales similares al actual estudio para sus peces en Zamorano, que fueron superiores a los encontrados en La Venta y Comayagua.

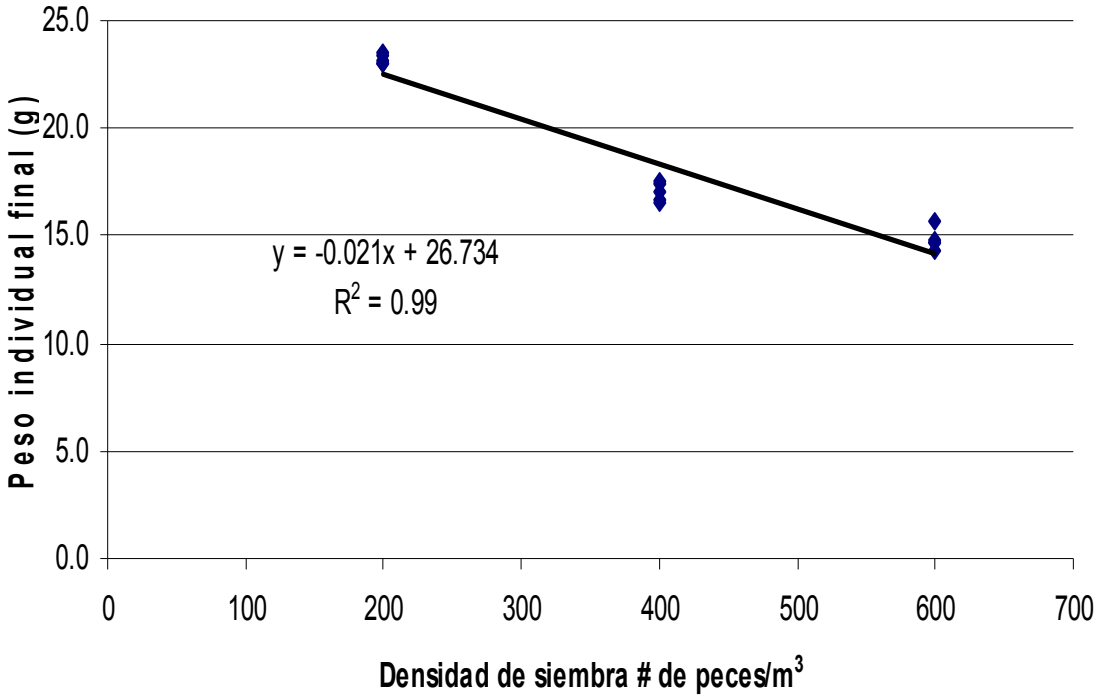

Figura 3. Relación entre la densidad de siembra y el peso promedio final de los alevines de tilapia del Nilo sembrados en jaulas y alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras.

La biomasa final de peces/jaula aumentó significativamente (P≤0.05) con la densidad de siembra de los alevines (Cuadro 3). La biomasa final/jaula alcanzada con 600 peces/m^3 fue de 91 y 30% mayor que la biomasa final observada con 200 y 400 peces/m^3, respectivamente.

En Zamorano, Gómez y Gutiérrez (2008) obtuvieron biomasas finales similares al estudio actual, para los sitios de La Venta y Comayagua sus peces superaron las biomasas finales logradas en Zamorano.

La correlación entre la densidad de siembra y la biomasa final fue altamente significativa (R^2 = 0.99) (Figura 4). En Comayagua se cultivaron peces a 1, 2 y 3/m^2 en estanques encontrando una relación altamente significativa entre la densidad de siembra y la producción final (Green y Alvarenga 1988).

.

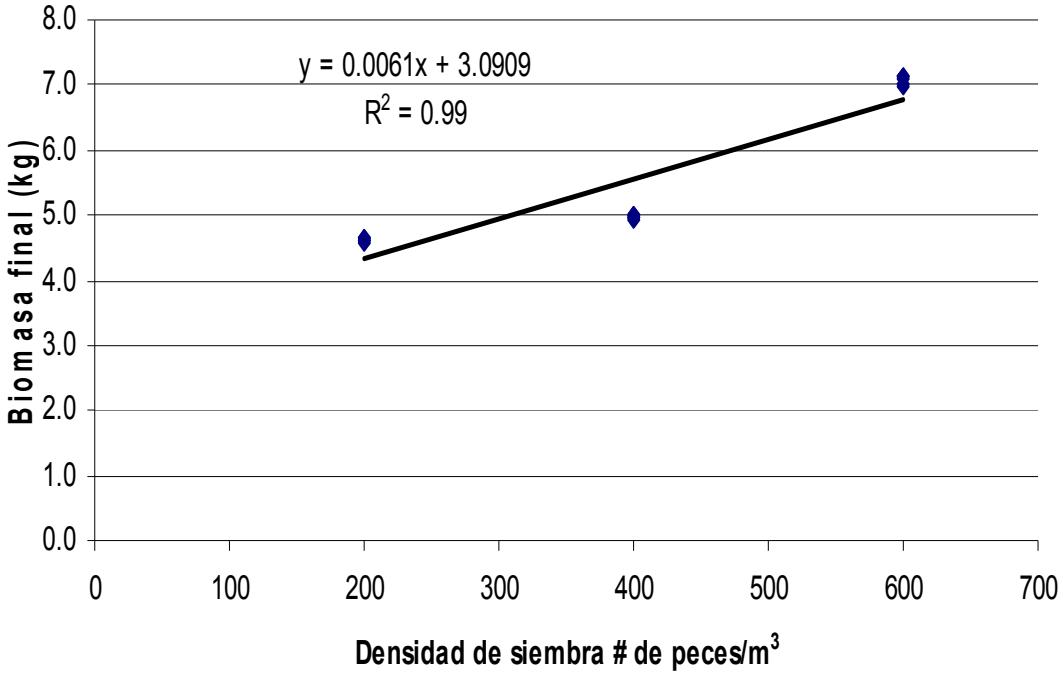

Figura 4. Relación entre la densidad de siembra y la biomasa final por jaula de alevines de tilapia del Nilo alimentados con concentrado para peces durante 63 días en Zamorano, Honduras.

La GDP disminuyó (P ≤ 0.05) al aumentar la densidad de siembra de los alevines (Cuadro 3). Los peces sembrados a 200/m^3 aumentaron de peso 56 y 39% más rápidamente que los peces sembrados a 400 y 600/m^3, respectivamente. En condiciones de Zamorano, Gómez y Gutiérrez (2008) encontraron valores similares de GDP para alevines de tilapia del Nilo y tilapia roja engordados en las mismas jaulas.

El mejor ICA fue observado en los peces sembrados a 200/m^3 (Cuadro 3). No hubo diferencia significativa (P>0.05) del ICA entre los peces sembradas a 400 y 600/m^3. Al probar tres distintas densidades de siembra de tilapia en jaulas en Zamorano, Trejo (2002) observó que al reducir la densidad de siembra el ICA tiende a mejorar.

Se notó una tendencia de mejora en los ICA a lo largo del ensayo (Figura 5). El concentrado de 45% PC, usado durante los primeros 21 días del ensayo, permanecía poco tiempo dentro de la jaula ya que las partículas del alimento se hundían tan rápidamente que los peces tenían poco tiempo para aprovecharlo. El alimento concentrado de 28% PC venía en forma física de perdigones flotantes y permanecía unas cuatro horas en la superficie del agua, facilitando su aprovechamiento por los peces.

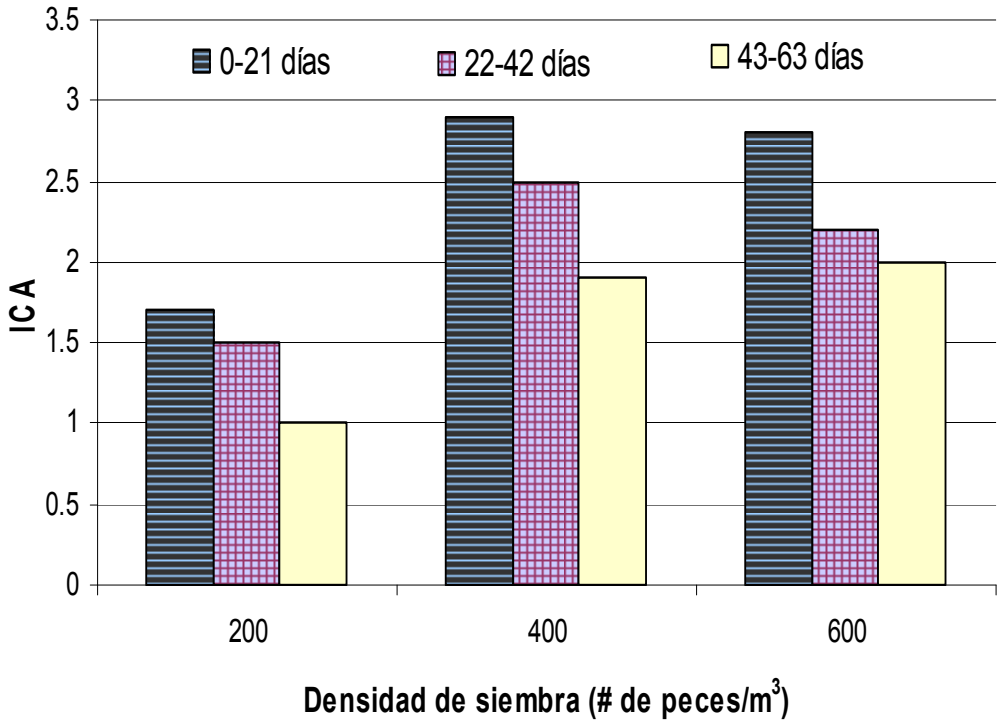

Figura 5. Comparación de los ICAs de alevines de tilapia del Nilo sembrados a tres densidades y ofrecidos concentrados con 45% de PC en la forma física de partículas hundibles durante 21 días, y con 28% de PC en la forma física de perdigones flotantes durante 42 días, en Zamorano, Honduras. Cada barra representa un intervalo de 21 días y es el promedio obtenido de los peces de cinco jaulas.

4. CONCLUSIONES

- La sobrevivencia general de los peces al finalizar los 63 días del ensayo fue de 80.7% con la mayor sobrevivencia observada con la densidad de 200 peces/m^3.

- El peso promedio final de los peces y la GDP disminuyeron al aumentar la densidad de siembra en las jaulas.

- La biomasa final de peces/jaula aumentó con la densidad de siembra de los alevines.

- El mejor ICA durante los 63 días de cultivo fue observado entre los peces sembrados a 200/m^3.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar anestésicos para tranquilizar los peces y provocar menos estrés durante los muestreos.

- Utilizar un concentrado en forma física de perdigones flotantes para alimentar peces sembrados en jaulas.

6. LITERATURA CITADA

ALCON. 2009. Programa de alimentación ALCON: alimentación con concentrado para tilapia. Alimentos Concentados Nacionales, S.A., Tegucigalpa, Honduras.

Coche, AG. 1982. Premiers résultats de l'élevage en cages de *Tilapia nilotica* (L.) dans le Lac Kossou, Côte d'Ivoire. Aquaculture 10:109-140.

Boyd, CE. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. 482 p.

Fitzsimmons, K. 2008. Abstract: Global update 2008 Tilapia production, innovations and markets. World Aquaculture Society. University of Arizona, USA. 2 p

Green, BW; Alvarenga, HR. 1988. Efecto de la tasa de siembra en la producción de *Tilapia nilotica* en estanques. International Center for Aquaculture. Auburn University, Alabama, United Status. 9 p.

Gómez, LM; Gutiérrez, BH. 2008. Evaluación de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapia roja (*Oreochromis* sp.) cultivadas en jaulas a 200, 400 y 600 peces por m³ en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 27 p.

Hepher, B. 1978. Ecological aspects of warm water fishpond management. In: S.D. Gerging (ed.), Ecology of freshwater fish production. Blackwell Science Publishers, Oxford, England. p 447–468.

McGinty, AS. 1991. Tilapia production in cages: Effects of cage size and number of non-caged fish. The Progressive Fish-Culturist 53:246-249.

Meyer, D. 2009. Introducción a la Acuacultura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 159 p.

SAS. 2007. SAS Users Guide. Statistical Analysis Institute Inc, Cary N.C.

Trejo, RA. 2002. Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque bajo manejo intensivo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 30 p.