

Evaluación de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapia roja (*O. sp*) cultivadas en jaulas a 200, 400 y 600 peces por m³ en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras

**Luís Emilio Gómez Zelaya
Bill Henry Gutiérrez Norales**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

Evaluación de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapia roja (*O. sp.*) cultivadas en jaulas a 200, 400 y 600 peces por m³ en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras

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

Presentado por

**Luís Emilio Gómez Zelaya
Bill Henry Gutiérrez Norales**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Evaluación de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapia roja (*O. sp.*) cultivadas en jaulas a 200, 400 y 600 peces por m³ en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras

Presentado por:

Luís Emilio Gómez Zelaya
Bill Henry Gutiérrez Norales

Aprobada:

Daniel Meyer, Ph.D.
Asesor Principal

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

Claudio Castillo, Ing. Agr.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

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

ABSTRACT

Gómez, L; Gutiérrez, B. 2008. Evaluation of tilapia of the Nile (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*O. sp.*) cultured in cages at 200, 400 and 600 fish per m³ in Zamorano, Comayagua and La Venta, Honduras. Graduation project (Tesis) for the B. S. in Agriculture Science and Production, Pan-American School of Agriculture, Zamorano, Honduras. 18 p.

A total of 13,500 fish were distributed in 27 cylindrical cages each of 1.25 m³ and made of 6 mm Vexar plastic netting (HDPE). The experiment was organized as a completely random design (DCA) with a factorial arrangement 2 × 3 × 3 (two genetic lines of tilapia × three stocking densities × three localities). Each treatment had three replicates at each locality. All fish were fed a commercial tilapia feed three times per day for 63 days. Every 21 days the fish in each cage were counted and weighed in groups. All water quality parameters (temperature, dissolved oxygen, pH, transparency, total phosphorus and nitrogen) for the three localities were within the acceptable levels for tilapia culture. The best overall survival ($P \leq 0.05$) of fish (combining red and Nile tilapia and the three stocking densities) was observed in Comayagua, followed by Zamorano and La Venta. An indirect relation between the stocking density and fish survival was observed in Comayagua, but not in Zamorano nor in La Venta. The greatest final average weights, combining red and Nile tilapia and the three stocking densities, was attained by the fish in La Venta and Comayagua. The fish managed in Zamorano had a significantly lower final average weight. There was no significant difference between red and Nile tilapia and their final average weights and total biomass increase per cage, stocked at three densities and in three localities. The greatest increase in fish biomass/cage was observed in Comayagua, followed by La Venta and Zamorano.

Key words: Fish culture, Central America, water quality.

RESUMEN

Gómez, L; Gutiérrez, B. 2008. Evaluación de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapia roja (*O. sp.*) cultivadas en jaulas a 200, 400 y 600 peces por m³ en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 18 p.

Se utilizó un total de 13,500 peces distribuidos en 27 jaulas cilíndricas (9 jaulas por sitio) con un volumen aproximado de 1.25 m³ y fabricadas con malla Vexar (HDPE) con un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial 2 x 3 x 3 (dos líneas de tilapia x tres densidades de siembra x tres localidades) con tres réplicas para cada tratamiento. Se utilizó alimento comercial para tilapia el cual, se proporcionó en tres porciones diarias durante los 63 días del ensayo. Cada 21 días se efectuaron muestreos de los peces retirándolos en su totalidad de cada jaula para ser contados y pesados en grupos de aproximadamente 100 peces. Los parámetros de calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto, pH, transparencia del agua, fósforo y nitrógeno) de los tres sitios estuvieron dentro del rango aceptable para el desarrollo de la tilapia. La mejor sobrevivencia ($P \leq 0.05$) de los peces (combinando tilapia roja y gris y las tres densidades de siembra) se observó en Comayagua, seguido por Zamorano y La Venta. Una relación indirecta entre la densidad de siembra y sobrevivencia de los peces fue observada en Comayagua, pero no en Zamorano ni en La Venta. Los mayores pesos promedios finales, combinando tilapia roja y gris y las tres densidades de siembra, fueron alcanzados en La Venta y Comayagua, y los peces manejados en Zamorano alcanzaron un peso final menor. No hubo diferencia significativa en el peso promedio final ni en la ganancia de biomasa, entre tilapia roja y gris sembrados en los tres sitios y a las tres densidades. La mayor ganancia de biomasa ($P \leq 0.05$) de los peces por jaula durante los 63 días de cultivo fue observada en Comayagua, seguida por La Venta y Zamorano.

Palabras clave: Piscicultura, Centro América, calidad del agua.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
Índice de Figuras.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Monitoreo de la calidad de agua en las distintas localidades donde se llevó a cabo el ensayo.....	3
2. Parámetros de calidad de agua monitoreados cada 21 días durante los 63 días del cultivo en tres sitios de Honduras.....	5
3. Comparación de la sobrevivencia total de tilapia roja gris por lugar y densidad cultivada conjuntamente en jaulas a tres densidades en Zamorano, Comayagua, La Venta, Honduras, durante 63 días... ..	6
4. Comparación de la sobrevivencia total de tilapia roja y gris por lugar y densidad cultivada conjuntamente en jaulas a tres densidades en Zamorano, Comayagua, La Venta, Honduras, durante 63 días.....	6
5. Comparación del peso promedio de tilapia roja y gris por lugar y densidad de siembra cultivada conjuntamente en jaulas a tres densidades en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras, durante 63 días.....	7
6. Comparación de la ganancia de peso promedio en tilapia roja y gris por densidad y lugar, cultivada conjuntamente en jaulas en Zamorano, Comayagua, La Venta, Honduras, durante 63 días.....	7
7. Comparación de la biomasa total de peces/jaula de tilapia roja y gris cultivada en tres localidades y a tres densidades de siembra en Honduras, durante 63 días.....	14
8. Promedio de la biomasa de peces/jaula para tilapia roja y gris cultivada en tres localidades en Honduras y a tres densidades de siembra durante 63 días.....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Comparación del porcentaje de sobrevivencia de tilapia (combinando rojos y grises) en Zamorano, Comayagua y La Venta a lo largo de 63 días de cultivo. (No se consideran valores de 400 peces/m ³ para La Venta por ser datos atípicos).....	6
2. Comparación general de la ganancia de peso promedio total para alevines de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas ubicadas en tres sitios de Honduras, y a tres densidades de siembra. (No se consideran valores de 400 peces/m ³ para La Venta por ser datos atípicos).....	8
3. Comparación general de la ganancia de peso promedio de alevines de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas en tres sitios de Honduras y a tres densidades de siembra. (No se consideran valores de 400 peces/m ³ para La Venta por ser datos atípicos).....	8
4. Comparación de la ganancia de peso promedio total de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas en <i>A</i> : Zamorano, <i>B</i> : Comayagua y <i>C</i> : La Venta, Honduras, y a tres densidades de siembra. (No se consideran valores de 400 peces/m ³ para La Venta por ser datos atípicos).....	9
5. Comparación de la ganancia de peso promedio de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente a densidades de <i>A</i> : 200, <i>B</i> : 400 y <i>C</i> : 600 peces/m ³ en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras. (No se consideran valores de 400 peces/m ³ para La Venta por ser datos atípicos).....	10
6. Comparación de la ganancia de peso promedio de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas a densidades de <i>A</i> : 200, <i>B</i> : 400, <i>C</i> : 600/m ³ en Zamorano, Honduras.....	11
7. Comparación de la ganancia de peso promedio de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas a densidades de <i>A</i> : 200, <i>B</i> : 400, <i>C</i> : 600/m ³ en Comayagua, Honduras.....	12

8. Comparación de la ganancia de peso promedio de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas a densidad de $A: 200, B: 600/m^3$ en La Venta, Honduras. (No se consideran valores de $400 \text{ peces}/m^3$ para La Venta por ser datos atípicos)..... 13
9. Comparación en ganancia de biomasa/jaula para tilapia cultivada en Zamorano, Comayagua y La Venta a $200, 400$ y $600 \text{ peces}/m^3$ a lo largo de 63 días de cultivo. (No se consideran valores de $400 \text{ peces}/m^3$ para La Venta por ser datos atípicos)..... 15
10. Comparación en ganancia de biomasa total entre tilapia roja y gris a tres densidades de siembra en tres localidades de Honduras durante 63 días de cultivo. (No se consideran valores de $400 \text{ peces}/m^3$ para La Venta por ser datos atípicos)..... 15

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tilapia tiene mucha importancia en Centro América. Actualmente la región exporta una importante cantidad de filete fresco a mercados de Norte América y otras partes del mundo (FAO 2006). Además, hay una gran cantidad de tilapia cultivada localmente en jaulas y estanques que es comercializada en los mercados domésticos de Centro América¹.

El cultivo en jaulas se realiza para diferentes estadios de peces de agua dulce y de mar (Bardach *et al.* 1982). La tilapia puede ser cultivada en jaulas a alta densidad debido al recambio de agua constante (Beveridge 1987).

En la actualidad existen varias líneas genéticas de tilapia cultivadas en Centro América. Los peces con coloración o pigmentación rojiza en Honduras son mayormente derivados de lotes importados desde Jamaica (Teichert-Coddington and Green 1997).

El objetivo principal del estudio fue comparar la producción de dos líneas de tilapia cultivadas en jaulas ubicadas en tres sitios de Honduras, y los objetivos específicos fueron: comparar la sobrevivencia, ganancia de peso y ganancia de biomasa de tilapia roja y tilapia gris cultivada en jaulas a tres densidades de siembra y comparar parámetros físico-químicos del agua (pH, oxígeno disuelto, contenido de fósforo, contenido de nitrógeno, temperatura, turbidez) en los tres sitios del ensayo.

¹Hernández, H. 2008. Producción acuícola en Honduras (entrevista). Ministro de Agricultura y Ganadería, Tegucigalpa, Honduras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en tres lugares:

Zamorano: En las instalaciones de la Estación de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana, conocida como Zamorano; lugar que se encuentra a una elevación de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación anual de 1100 mm. Las jaulas fueron colocadas en el Lago de Monte Redondo, un reservorio ubicado en la Estación de Acuicultura con 1.5 ha de espejo de agua y 1.5 m de profundidad promedio.

Comayagua: En el Centro Nacional de Investigación Piscícola El Carao, que se encuentra en el valle de Comayagua a 131 km al norte de Tegucigalpa, esta a una elevación de 583 msnm, con una temperatura promedio anual de 25.5°C, y una precipitación anual de 765 mm.

La Venta: En el proyecto acuícola Caja Rural Fuerzas Unidas ubicado en las aguas del embalse de la represa hidroeléctrica José Cecilio del Valle a 60 km al sur de Tegucigalpa con una elevación aproximada de 110 msnm. El embalse tiene un área de 1.80 km². Los miembros de la cooperativa mayormente son residentes de la comunidad de La Venta, ubicada a unos 10 km de la represa.

Las jaulas

Se utilizaron jaulas de forma cilíndrica fabricadas de malla Vexar (HDPE) con luz de 6 mm y costurada con hilo nylon (#80 y #50). Cada jaula tiene 1.14 m de diámetro, 1.23 m de alto y un volumen estimado de 1.25 m³. Se instaló un anillo formado por ocho segmentos de tubo de PVC de 5 cm de diámetro y ocho codos de 45° a cada jaula para su flotación y sostén físico.

Se colocó una segunda malla de 1 mm de luz y 25 cm de ancho alrededor de la parte superior interna de la primera malla para evitar pérdidas de alimento. Se colocaron nueve jaulas por lugar para un total de 27 jaulas utilizadas en todo el ensayo.

Los peces

Se utilizaron 6750 ejemplares de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) también conocida como tilapia gris, y similar cantidad de ejemplares de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) obtenidos de la Estación de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Todos los peces se trataron previamente con la hormona 17- α -metil-testosterona para lograr su reversión sexual (obtención de poblaciones mayormente de peces machos). Se sembraron cantidades iguales de ejemplares de

tilapia roja y gris para establecer densidades por jaula de: 200, 400 y 600 peces/m³, con tres repeticiones por densidad y para cada sitio.

Los peces en los tres sitios recibieron un alimento comercial para tilapia en perdigones con 32% de proteína cruda. La alimentación se proporcionó en tres porciones diarias, por la mañana, al medio día y por la tarde.

Los alevines sembrados en cada jaula fueron contados y evaluados individualmente (para eliminar cualquier individuo enfermo o con daño físico). Fueron pesados en grupos de aproximadamente 100 alevines en una balanza marca Chatillion de 1000 g de capacidad, para determinar la biomasa inicial de los peces por jaula.

Muestreos

Cada 21 días y al final del ensayo se efectuó un muestreo de los peces ubicados en las nueve jaulas de cada lugar, retirándolos en su totalidad de cada jaula para ser contados individualmente y pesados en grupos. Los peces se colocaron en un recipiente con agua, en el cual se hacía el conteo mientras eran separados por colores en dos recipientes distintos para posteriormente ser pesados y obtener la biomasa actual.

Antes de reincorporar los peces a sus respectivas jaulas, se trataron con una solución de permanganato de potasio (KMnO₄) a 100 ppm por 15 segundos. Este tratamiento profiláctico se utilizó para evitar problemas de enfermedades fungosas o bacteriales.

Monitoreo de la calidad del agua

El monitoreo de la calidad de agua se llevó a cabo cada 21 días en los tres sitios durante los 63 días de duración del ensayo según es detallado en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Monitoreo de la calidad del agua en las distintas localidades donde se llevó a cabo el ensayo.

Parámetro (unidad)	Aparato
Oxígeno disuelto (ppm)	Medidor Poligráfico (YSI 55)
Temperatura (°C)	Medidor Poligráfico (YSI 55)
pH	Método Solución Indicadora Universal
Total de fósforo (ppm)	Espectrofotómetro modelo DR-2000
Total nitrógeno como NH ₃ /NH ₄ ⁺ (TAN) (ppm)	Espectrofotómetro modelo DR-2000
Total de nitrógeno (ppm)	Espectrofotómetro modelo DR-2000
Transparencia o turbidez (cm)	Disco Secchi

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial 2 x 3 x 3 (línea x densidad x localidad). Hubo tres réplicas para cada uno de los tratamientos. Los datos de sobrevivencia, ganancia de peso y ganancia de biomasa de los peces se analizaron usando un ANDEVA y una separación de medias (Duncan) con el Statistiscal Analysis Systems (SAS 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del agua

La temperatura del agua en los tres sitios se mantuvo en el rango óptimo para el cultivo de tilapia (Cuadro 2). En los últimos días del ensayo, las temperaturas del agua descendieron como consecuencia de altas precipitaciones y muchos días nublados. Los peces y camarones tropicales se desarrollan mejor en agua con una temperatura entre 25-32°C (Popma and Green 1990; Meyer 2007).

La concentración de oxígeno disuelto observada en los tres sitios siempre se mantuvo por encima de los valores mínimos necesarios para el cultivo de tilapia (Cuadro 2). El oxígeno disuelto que requiere la tilapia para su buen desarrollo es ≥ 3 ppm (Esquivel 2001).

El pH del agua en los tres sitios siempre estuvo dentro del rango óptimo para el cultivo de tilapia (Cuadro 2), el cual oscila entre 6.5 y 8.5 de pH (Meyer y Triminio 2007).

Las concentraciones de fósforo total, nitrógeno total y TAN encontrado en el agua de los tres sitios fueron bajas (Cuadro 2). En estudios sobre fertilización de estanques con gallinaza las concentraciones de fósforo, nitrógeno total y TAN variaron de 2.32 a 7.38 ppm; 1.33 a 2.85 ppm y 0.06 a 0.09 ppm, respectivamente, logrando producciones de tilapia superior a los 5000 kg/ha/año. La tilapia soporta concentraciones de TAN de 1.1 a 4.1 ppm (Abdalla *et al.* 1996).

La transparencia del agua en los tres sitios se mantuvo dentro del rango recomendado para el cultivo de tilapia (Cuadro 2). A finales del estudio se observó una menor transparencia del agua en los tres sitios a causa de las lluvias que en esos días afectaron la zona con sedimento de suelo en suspensión. En los cultivos de peces y camarones, se recomienda mantener las lecturas de disco Secchi entre 20 y 30 cm. (Meyer *et al.* 2007)

La Venta y Comayagua presentaron las condiciones más favorables de temperatura, oxígeno disuelto y pH, para el cultivo de tilapia. De todo el ensayo, La Venta presentó los valores más bajos para fósforo total, nitrógeno total y TAN (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros de calidad de agua monitoreados cada 21 días durante los 63 días del cultivo en tres sitios de Honduras.

Parámetros de calidad del agua	Zamorano		Comayagua		La Venta	
	promedio	(rango)	promedio	(rango)	promedio	(rango)
Temperatura (°C)	26.60	(26.0-26.9)	27.30	(25.0-29.2)	29.10	(27.4-31.3)
Oxígeno disuelto (ppm)	6.00	(5.7-6.3)	7.00	(3.6-9.7)	6.40	(5.2-8.6)
pH	6.20	(6.0-6.5)	6.40	(6.1-7.0)	7.00	(7.0-7.0)
Total de fósforo (ppm)	0.07	(0.06-0.09)	0.40	(0.3-0.4)	0.07	(0.06-0.08)
Total nitrógeno como NH ₃ /NH ₄ ⁺ (TAN)	0.07	(0.07-0.07)	0.04	(0.04-0.05)	0.03	(0.03-0.03)
Total de nitrógeno (ppm)	0.08	(0.07-0.09)	0.07	(0.06-0.08)	0.04	(0.04-0.05)
Transparencia/turbidez del agua (cm)	23.80	(20.0-25.0)	23.70	(20.0-30.0)	43.70	(30.0-55.0)

Cada media fue calculada de cuatro observaciones realizadas en campo.

Sobrevivencia

El ensayo se comenzó con un total de 13,500 peces distribuidos homogéneamente en los tres sitios. Al cabo de los 63 días del estudio se encontró un total de 9,819 ejemplares vivos, de los cuales 5,081 eran tilapia roja y 4,738 tilapia gris. La mejor sobrevivencia ($P \leq 0.05$) de los peces (combinando tilapia roja y gris y las tres densidades de siembra) se observó en Comayagua (Cuadro 3 y Figura 1).

Los peces en La Venta murieron mayormente durante los primeros 21 días del ensayo. En Comayagua y Zamorano la mortalidad de los peces ocurrió de forma gradual a lo largo de los 63 días (Figura 1).

Los resultados de la sobrevivencia de los peces sembrados a las tres densidades y en los tres sitios se encuentran en el Cuadro 3. A mayor densidad de siembra de peces en jaula se espera una menor sobrevivencia (Yang *et al.* 1996). Esta relación indirecta entre la densidad de siembra y sobrevivencia de los peces fue observada en Comayagua y Zamorano, pero no en La Venta. No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en la sobrevivencia entre tilapia roja y gris sembrados en los tres sitios y a las tres densidades (Cuadro 4).

El transporte de los peces hacia Comayagua se hizo durante un día nublado y lluvioso, favoreciendo estas condiciones, posiblemente, en una menor mortalidad en los primeros días del cultivo. El transporte de los peces hacia La Venta fue durante un día soleado y caluroso, siendo un posible factor en la disminución de la sobrevivencia en los primeros días del cultivo (Figura 1).

La presencia de tortugas en el Lago de Monte Redondo pudo haber sido un factor en la reducción de la sobrevivencia de los peces en Zamorano (Cuadro 4). Las tortugas son depredadoras de peces y frecuentemente se observaban sobre las jaulas en Zamorano, lo que nunca se observó en los otros sitios.

Cuadro 3. Comparación de la sobrevivencia total de tilapia roja y gris por lugar y densidad cultivada conjuntamente en jaulas a tres densidades en Zamorano, Comayagua, La Venta, Honduras, durante 63 días.

% sobrevivencia en tilapia roja y gris				
Densidad	Zamorano	Comayagua	La venta	Total
200 peces/m ³	80.1	90.4	63.0	77.8 ^{ab}
400 peces/m ³	79.2	82.2	-	80.7 ^a
600 peces /m ³	63.4	79.8	71.8	71.7 ^b
Promedio total	74.3 ^b	84.2 ^a	67.5 ^b	76.8

Medias en la misma fila o columna con letra igual no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).
- Datos eliminados por atípicos.

Cuadro 4. Comparación de la sobrevivencia total de tilapia roja y gris por lugar y densidad cultivada conjuntamente en jaulas a tres densidades en Zamorano, Comayagua, La Venta, Honduras, durante 63 días.

% sobrevivencia en tilapia roja y gris								
Densidad	Zamorano		Comayagua		La Venta		Total	
	tilapia roja	tilapia gris	tilapia roja	tilapia gris	tilapia roja	tilapia gris	tilapia roja	tilapia gris
200 peces/m ³	81.0	79.2	84.3	96.5	78.1	48.0	81.1	74.6
400 peces/m ³	80.9	77.4	83.9	80.7	-	-	82.4	79.0
600 peces /m ³	53.5	73.4	82.8	76.8	81.2	62.5	72.5	71.0
Promedio total	71.8	76.7	83.6	84.6	79.7	55.2	78.7 ^{Ns}	75.0 ^{Ns}

Ns: No significativa.

- Datos eliminados por atípicos.

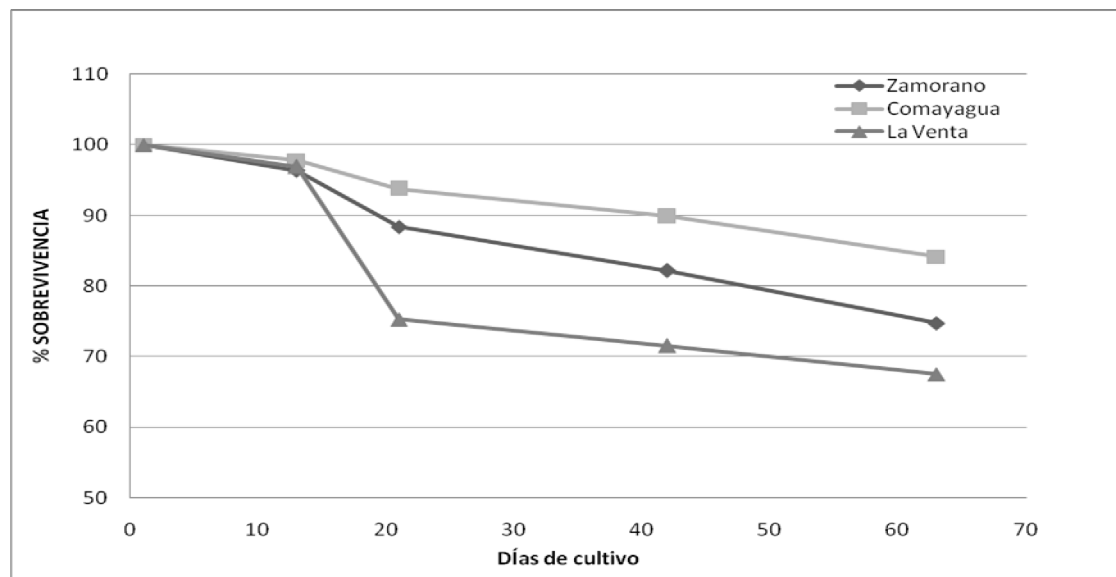


Figura 1. Comparación del porcentaje de sobrevivencia de tilapia (combinando rojos y grises) en Zamorano, Comayagua y La Venta a lo largo de 63 días de cultivo. (No se consideran valores de 400 peces/m³ para La Venta por ser datos atípicos).

Ganancia de peso

Se sembraron peces con un peso promedio general de 1.93 g y se obtuvo un peso promedio final de 29.21 g (Figura 2), obteniendo un ritmo en ganancia de peso de 0.43 g/pez/día.

Los mayores pesos promedios finales de los peces, combinando tilapia roja y gris y las tres densidades de siembra, fueron alcanzados en La Venta y Comayagua (Cuadro 5 y Figura 3 y 4). Los peces manejados en Zamorano alcanzaron un peso menor ($P \leq 0.05$).

No hubo diferencia ($P \geq 0.05$) en el peso promedio final entre tilapia roja y gris sembrados en los tres sitios y a las tres densidades (Cuadro 6). La mejor ganancia de peso durante el ensayo se observó en la densidad de siembra de 200 peces por m^3 ($P \leq 0.05$) (Cuadro 5 y Figura 5). A mayor densidad de siembra de peces por jaula se espera una menor ganancia de peso individual (Yang *et al.* 1996). Las temperaturas del agua en Comayagua y La Venta fueron favorables para el crecimiento de tilapia (Cuadro 2).

En cada uno de los tres sitios se observó similar ganancia de peso entre tilapia roja y gris sembradas en las tres densidades (Figura 6, 7 y 8). El crecimiento de los peces está determinado, fundamentalmente, por la cantidad de alimento ingerido y por la temperatura del agua (Alamar *et al.* 2001).

Cuadro 5. Comparación del peso promedio de tilapia roja y gris por lugar y densidad de siembra cultivada conjuntamente en jaulas a tres densidades en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras, durante 63 días.

Densidad	Zamorano		Comayagua		La Venta		Total
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
200 peces/ m^3	1.8	19.6	1.7	34.5	1.7	42.7	32.2 ^a
400 peces/ m^3	2.2	15.7	1.5	35.1	-	-	25.4 ^b
600 peces/ m^3	1.6	13.7	1.5	31.9	1.5	28.8	24.8 ^b
Total	1.9	16.4 ^b	1.7	33.9 ^a	1.6	35.7 ^a	27.4

Medias en la misma fila o columna con letra igual no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

- Datos eliminados por atípicos.

Cuadro 6. Comparación de la ganancia de peso promedio en tilapia roja y gris por densidad y lugar, cultivada conjuntamente en jaulas en Zamorano, Comayagua, La Venta, Honduras, durante 63 días.

Densidad	Zamorano				Comayagua				La Venta				Total	
	rojos		grises		rojos		grises		rojos		grises		rojos	grises
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
200 peces/ m^3	2.1	1.5	19.8	17.4	1.6	1.9	32.6	36.4	1.7	1.8	41.9	43.5	31.4	32.4
400 peces/ m^3	2.7	1.7	16.5	13.2	1.6	1.5	34.3	35.9	-	-	-	-	25.4	24.6
600 peces/ m^3	1.6	1.6	14.3	12.1	1.5	1.6	30.4	33.5	1.5	1.6	29.4	28.2	24.7	24.6
Total	2.1	1.6	16.9	14.2	1.6	1.7	32.4	35.3	1.6	1.7	35.7	35.9	27.2 ^{Ns}	27.2 ^{Ns}

Ns: No significativa.

- Datos eliminados por atípicos.

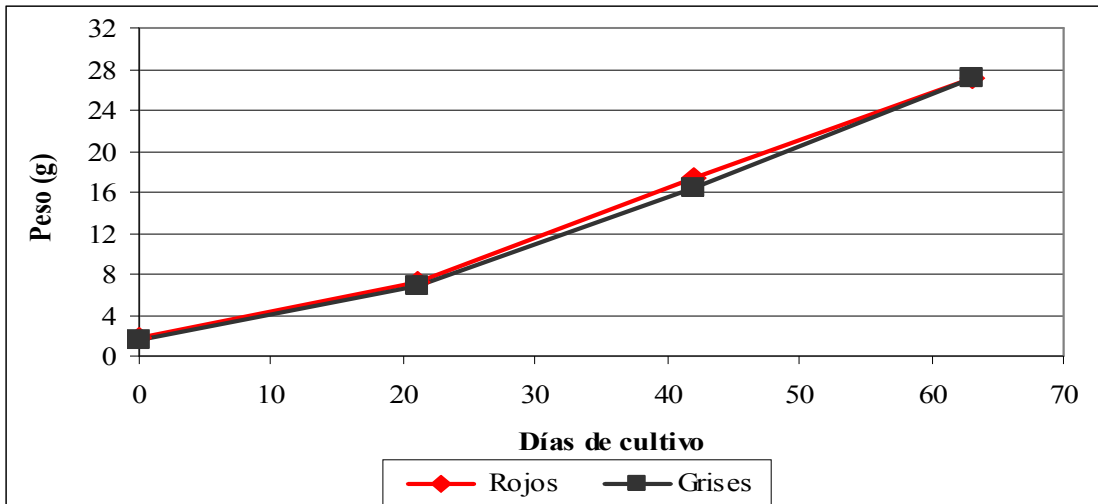


Figura 2. Comparación general de la ganancia de peso promedio total para alevines de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas ubicadas en tres sitios de Honduras, y a tres densidades de siembra 200, 400 y 600/m³. (No se consideran valores de 400 peces/m³ para La Venta por ser datos atípicos).

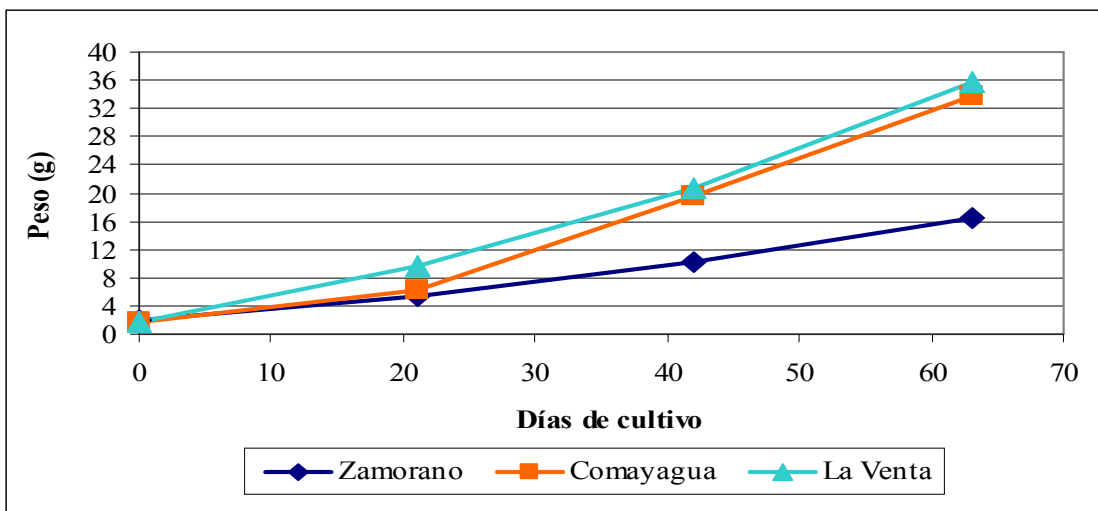


Figura 3. Comparación general de la ganancia de peso promedio de alevines de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas en tres sitios de Honduras y a tres densidades de siembra 200, 400 y 600/m³. (No se consideran valores de 400 peces/m³ para La Venta por ser datos atípicos).

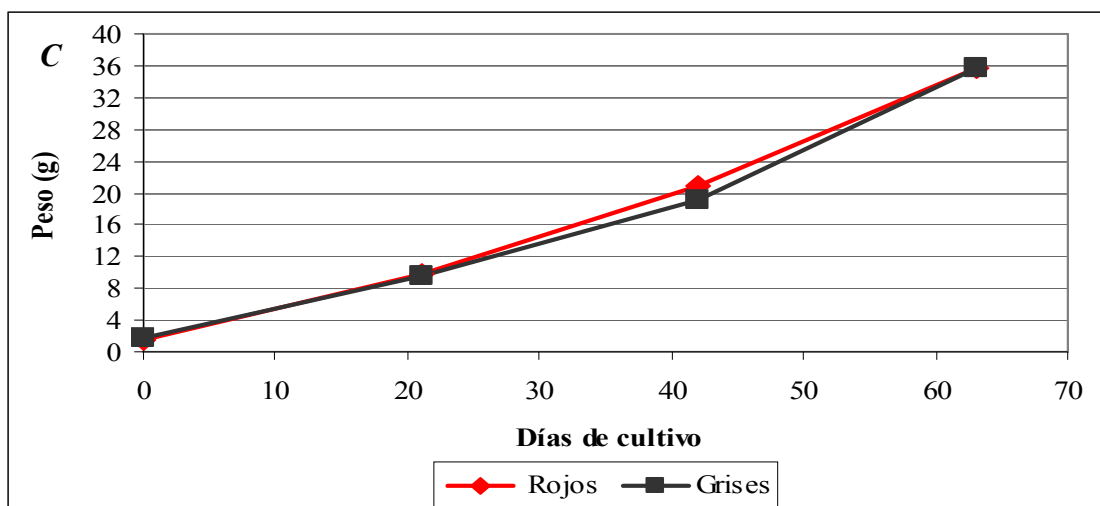
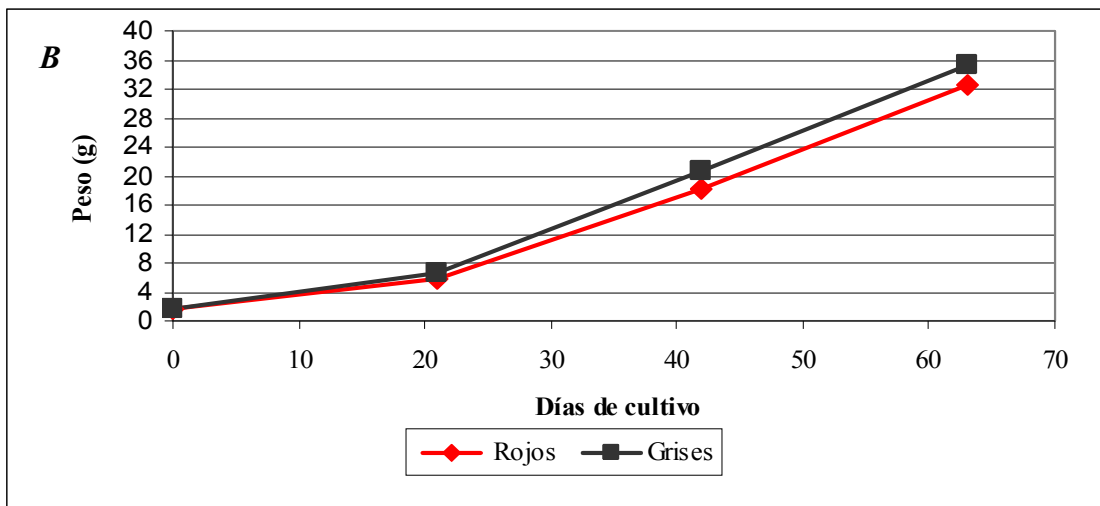
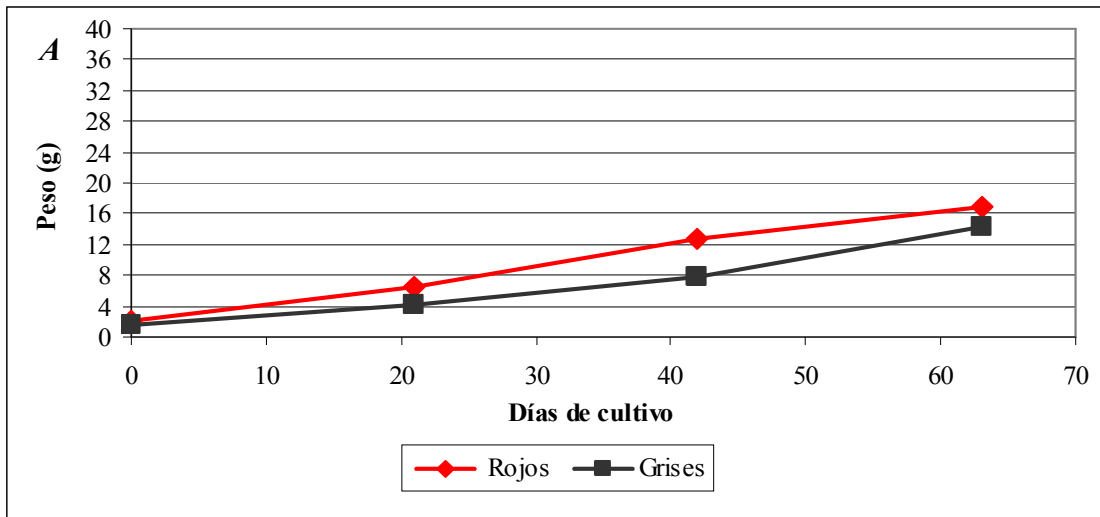


Figura 4. Comparación de la ganancia de peso promedio total de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas en *A*: Zamorano, *B*: Comayagua y *C*: La Venta, Honduras, y a tres densidades de siembra 200, 400 y 600/m³. (No se consideran valores de 400 peces/m³ para La Venta por ser datos atípicos).

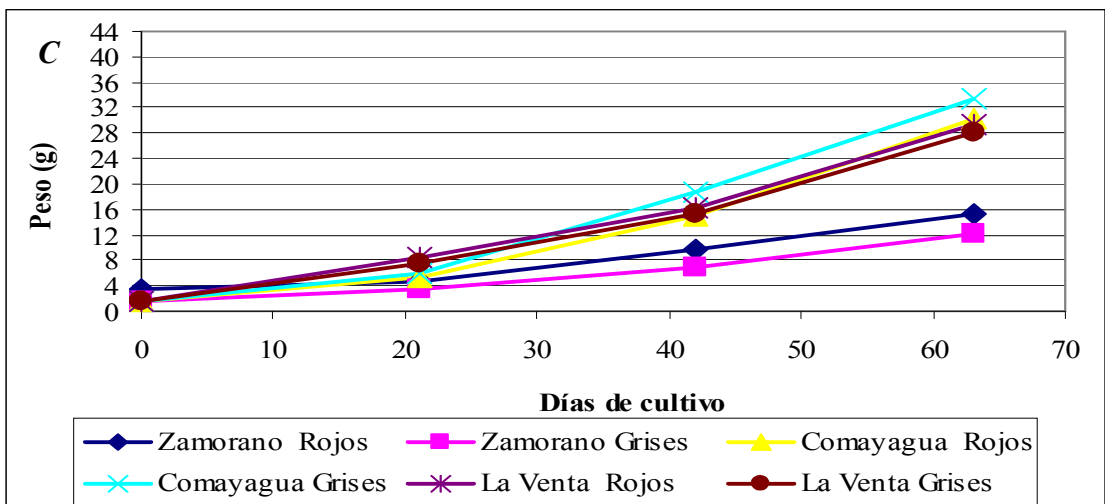
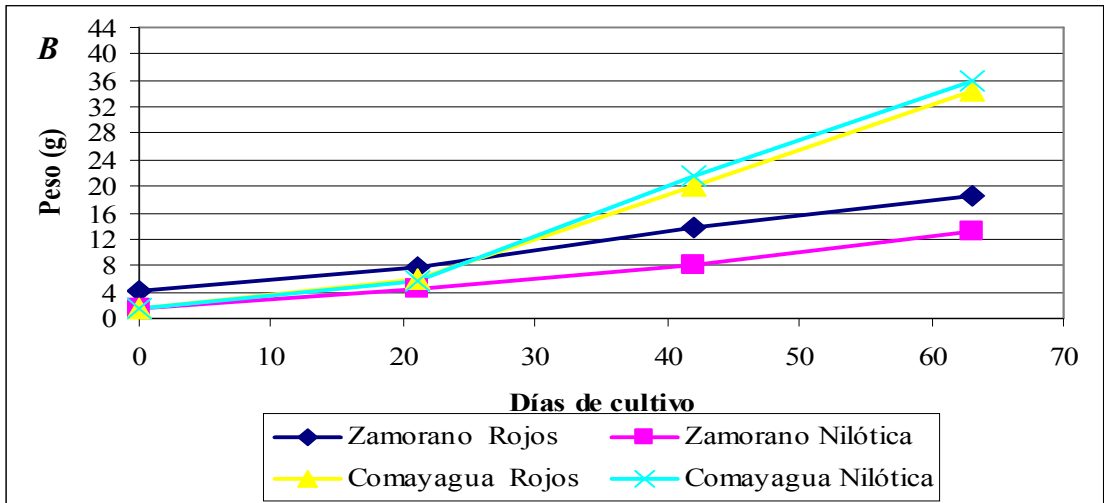
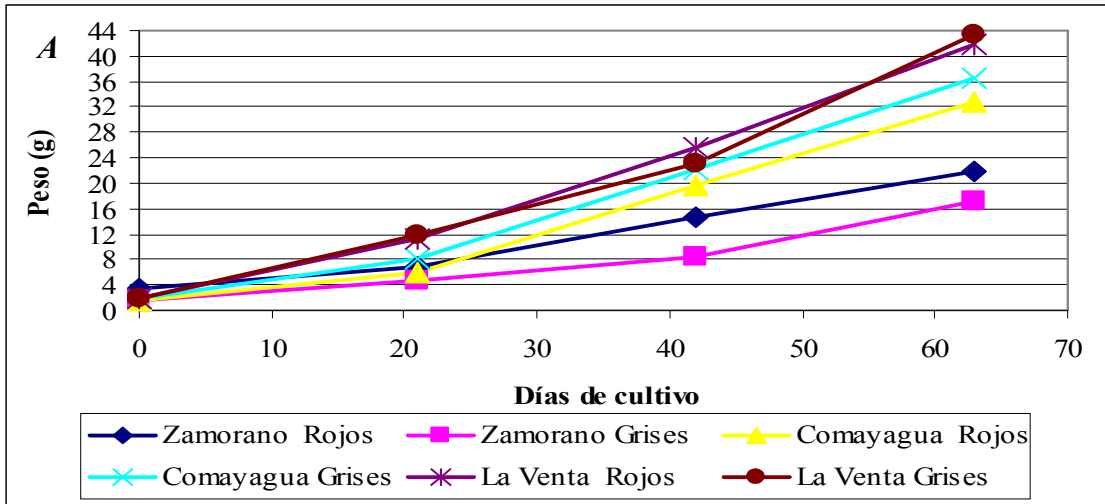


Figura 5. Comparación de la ganancia de peso promedio de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente a densidades de A: 200, B: 400 y C: 600 peces/m³ en Zamorano, Comayagua y La Venta, Honduras. (No se consideran valores de 400 peces/m³ para La Venta por ser datos atípicos).

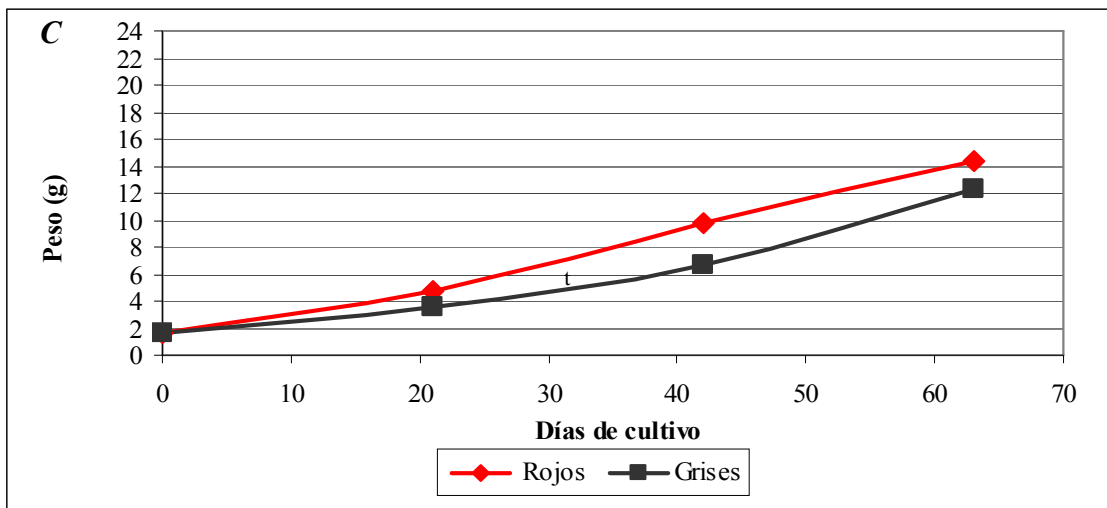
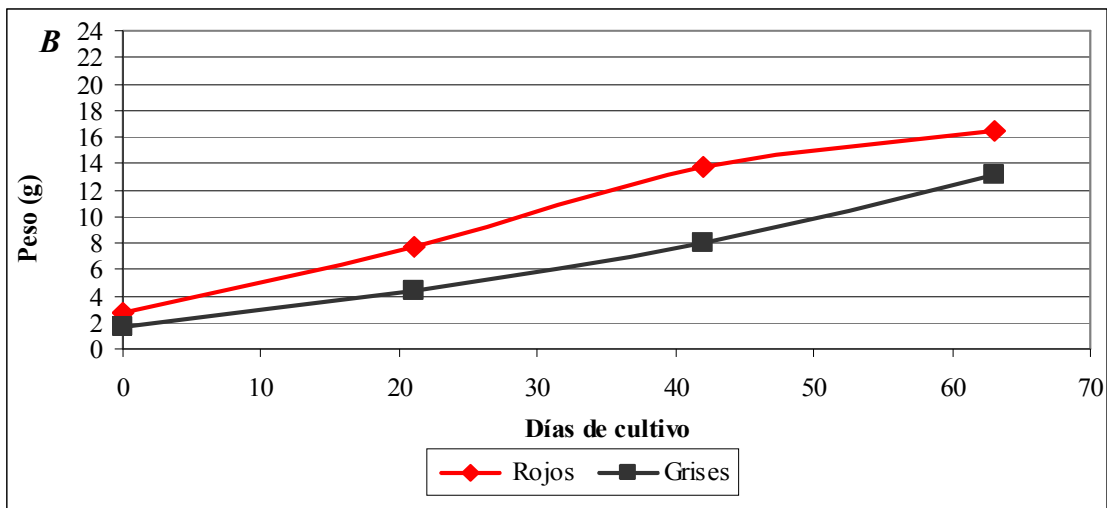
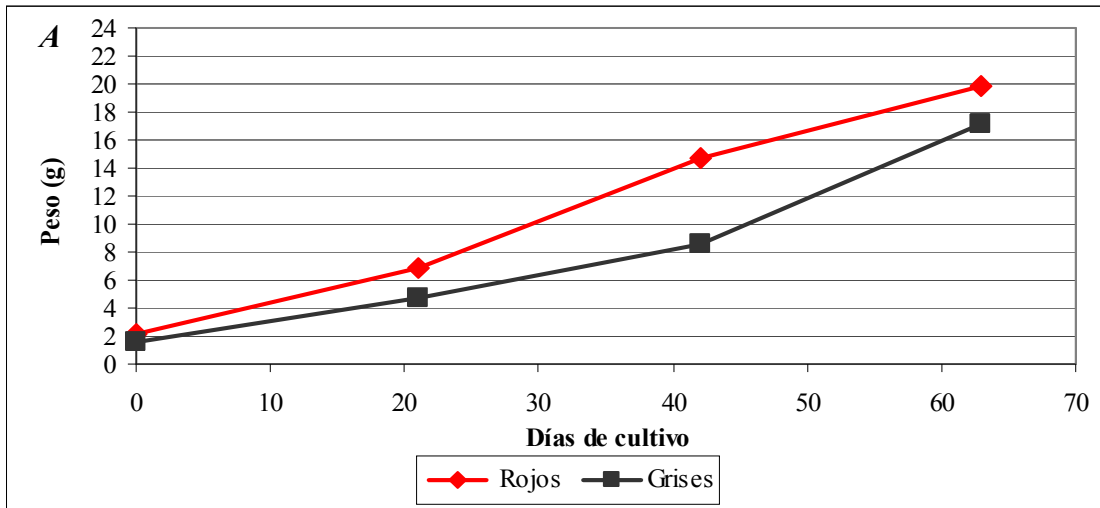


Figura 6. Comparación de la ganancia de peso promedio de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas a densidades de A: 200, B: 400, C: 600/m³ en Zamorano, Honduras.

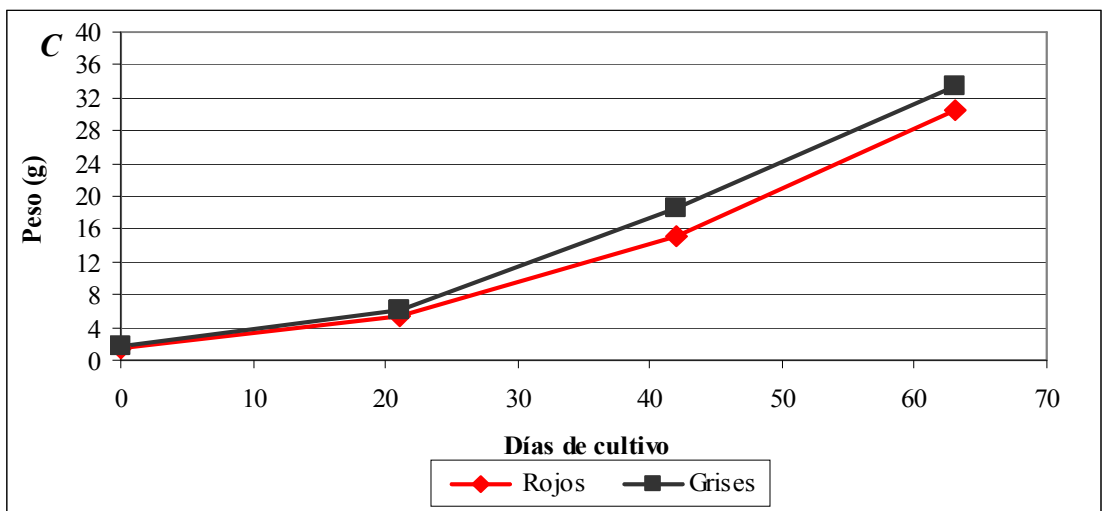
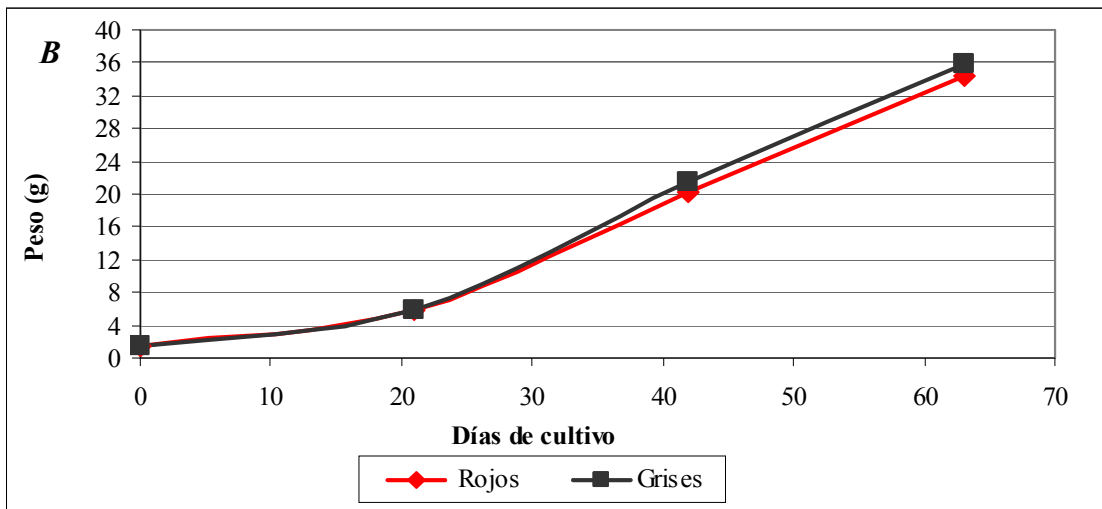
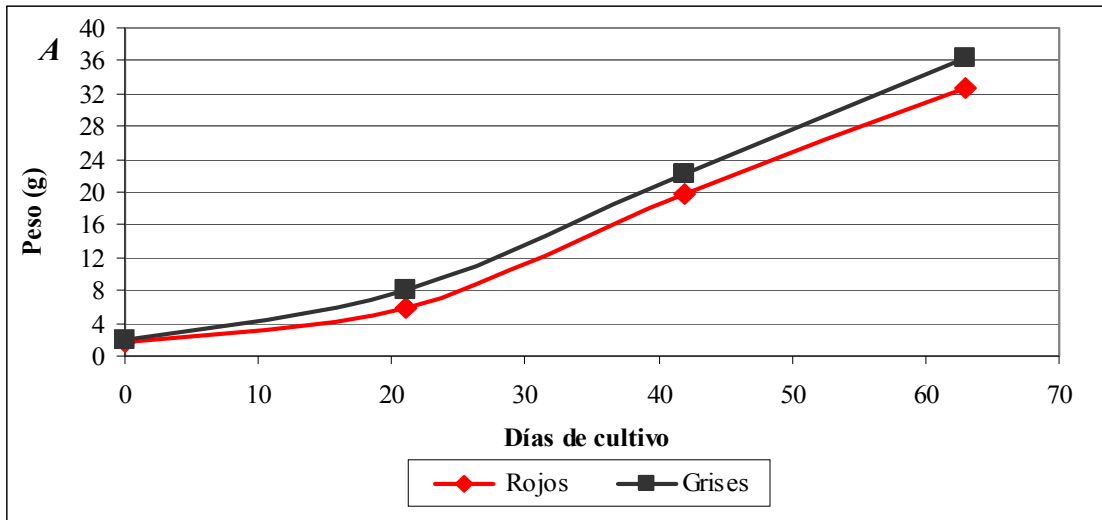


Figura 7. Comparación de la ganancia de peso promedio de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas a densidades de A: 200, B: 400, C: 600/m³ en Comayagua, Honduras.

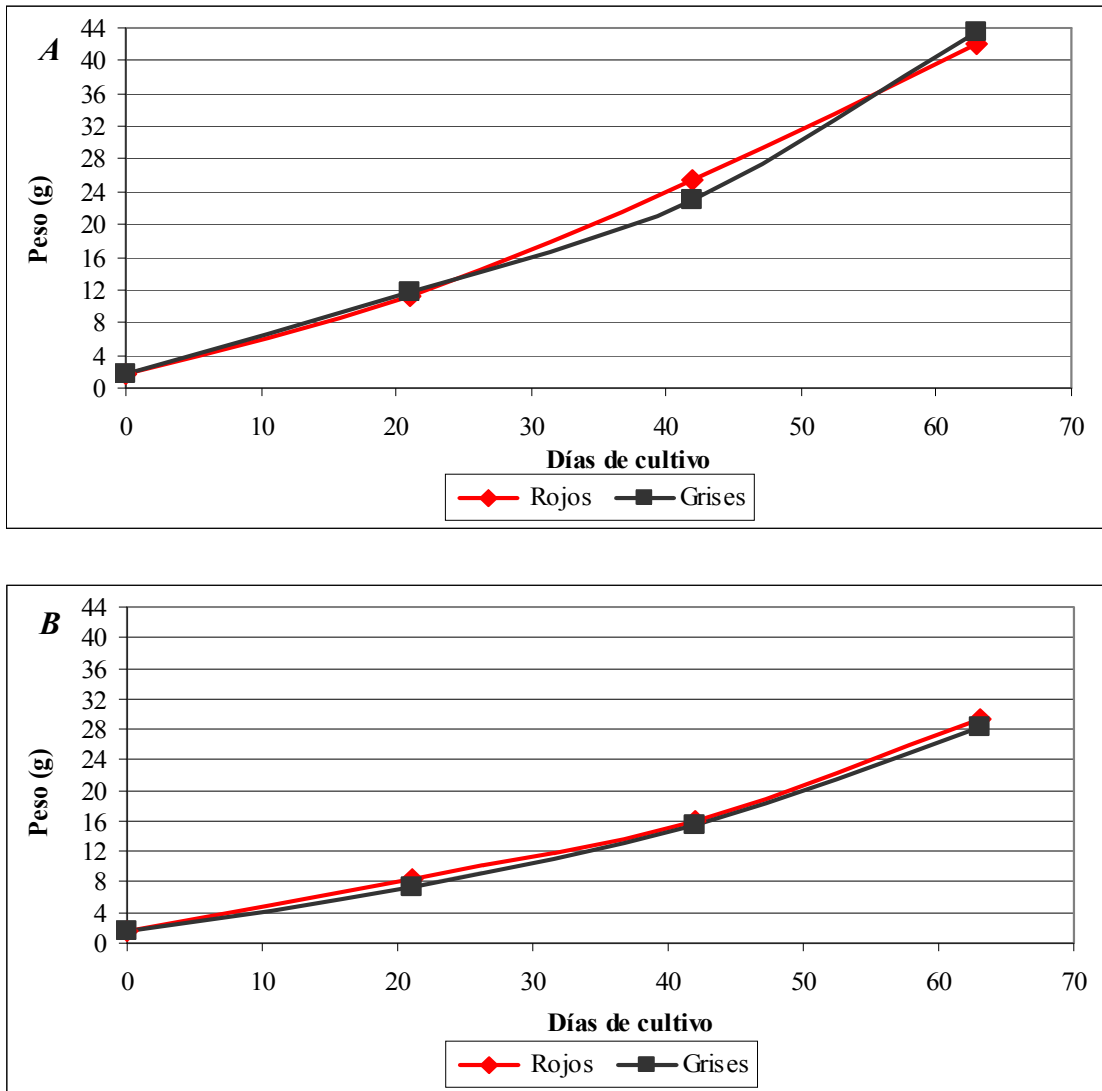


Figura 8. Comparación de la ganancia de peso promedio de tilapia roja y gris cultivadas conjuntamente en jaulas a densidades de A: 200, B: 600/m³ en La Venta, Honduras. (No se consideran valores de 400 peces/m³ para La Venta por ser datos atípicos).

Ganancia de biomasa

La mayor ganancia de biomasa ($P \leq 0.05$) de los peces por jaula durante 63 días de cultivo fue observada en Comayagua, seguida por La Venta y Zamorano (Cuadro 7, Figura 9). No hubo diferencia ($P > 0.05$) en la biomasa final entre tilapia roja y gris cultivadas en los tres sitios y a las tres densidades (Cuadro 8). Se observó el mismo patrón de ganancia de biomasa por color de los peces a lo largo del desarrollo del ensayo (Figura 10).

La temperatura del agua en Comayagua y La Venta fue favorable para el crecimiento de tilapia, contribuyendo posiblemente en un aumento de la biomasa final de peces en estos sitios (Cuadro 2).

A una mayor densidad de siembra de peces por jaula, se espera una mayor ganancia de biomasa (McGinty 1991). Esta relación directa entre la densidad de siembra y la ganancia de biomasa por jaula fue observada en Comayagua y La Venta, pero no en Zamorano (Cuadro 7). En Zamorano hubo una sobrevivencia de solamente 63.5% de los peces sembrados a la densidad de 600/m³, lo cual posiblemente afectó la ganancia de biomasa.

En Zamorano se observaron tortugas, patos y peces visitando las jaulas de los peces y consumiendo alimento para tilapia. Su presencia fue posiblemente un factor en la reducción de la ganancia de biomasa y de la mortalidad de peces en las densidades de 600/m³.

Cuadro 7. Comparación de la biomasa total de peces/jaula de tilapia roja y gris cultivada en tres localidades y a tres densidades de siembra en Honduras, durante 63 días.

Densidad	Zamorano promedio(kg)		Comayagua promedio(kg)		La Venta promedio(kg)		
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Total
200 peces/m ³	0.4	3.9	0.4	8.3	0.4	6.8	6.3 ^c
400 peces/m ³	1.1	6.4	0.8	16.0	-	-	11.2 ^b
600 peces/m ³	1.2	6.5	1.2	19.7	1.2	15.2	13.8 ^a
Total	0.9	5.6 ^c	0.8	14.7 ^a	0.8	11.0 ^b	10.4

Medias en la misma fila o columna con letra igual no son significativamente diferentes (P > 0.05).

- Datos eliminados por atípicos.

Cuadro 8. Promedio de la biomasa de peces/jaula para tilapia roja y gris cultivada en tres localidades en Honduras y a tres densidades de siembra durante 63 días.

Densidad	Zamorano				Comayagua				La Venta				Total	
	rojos		grises		rojos		grises		rojos		grises			
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
200 peces/m ³	0.2	0.2	2.2	1.7	0.2	0.2	3.6	4.7	0.2	0.2	4.1	2.7	3.3	3.0
400 peces/m ³	0.7	0.4	3.9	2.5	0.4	0.4	7.8	8.2	-	-	-	-	5.9	5.4
600 peces/m ³	0.6	0.6	3.1	3.4	0.6	0.6	9.6	10.1	0.6	0.6	8.7	6.5	7.1	6.7
Total	0.5	0.4	3.1	2.5	0.4	0.4	7.0	7.7	0.4	0.4	6.4	4.6	5.4 ^{Ns}	5.0 ^{Ns}

Ns: No significativa.

- Datos eliminados por atípicos.

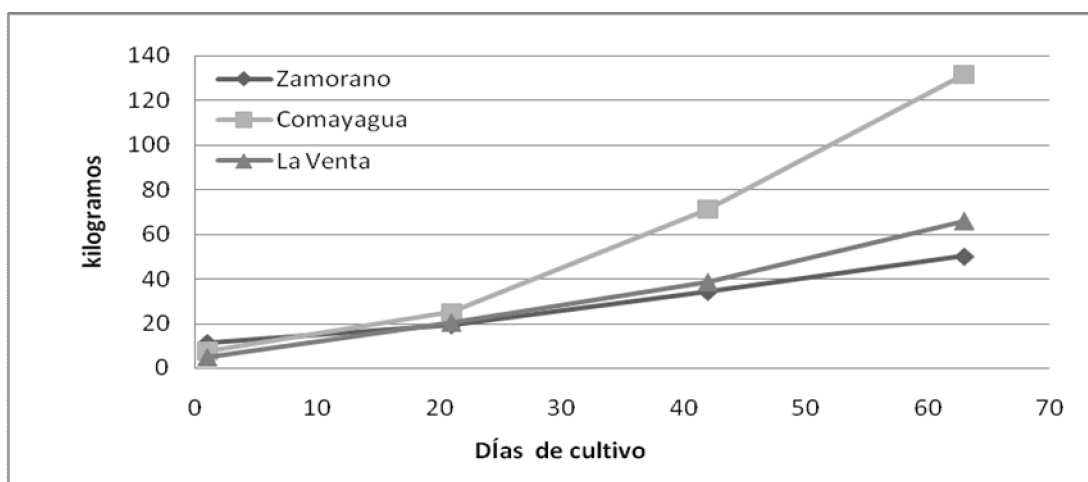


Figura 9. Comparación en ganancia de biomasa/jaula para tilapia cultivada en Zamorano, Comayagua y La Venta a 200, 400 y 600 peces/m³ a lo largo de 63 días de cultivo. (No se consideran valores de 400 peces/m³ para La Venta por ser datos atípicos).

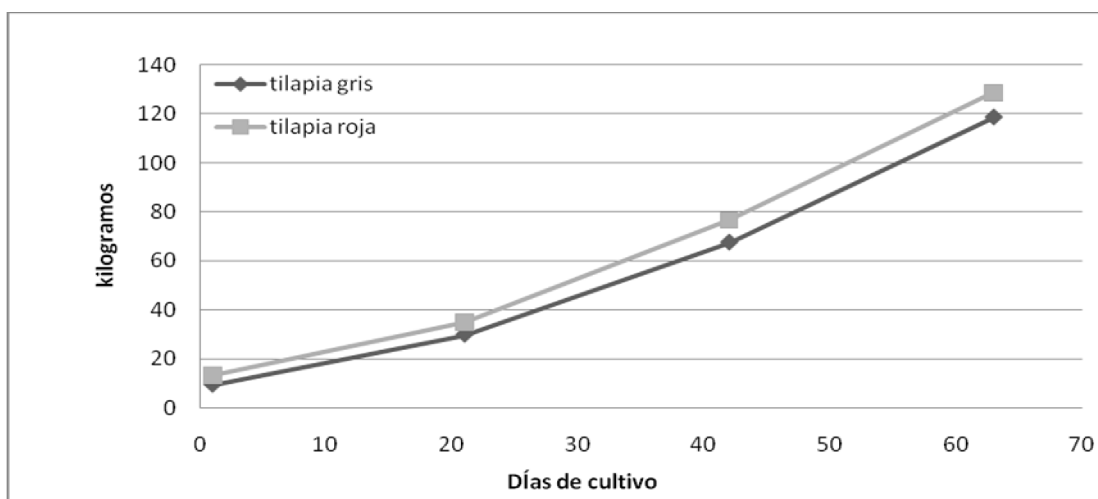


Figura 10. Comparación en ganancia total de biomasa entre tilapia roja y gris a tres densidades de siembra en tres localidades de Honduras durante 63 días de cultivo. (No se consideran valores de 400 peces/m³ para La Venta por ser datos atípicos).

CONCLUSIONES

- La Venta y Comayagua presentaron las condiciones más favorables de temperatura, oxígeno disuelto y pH para el cultivo de tilapia.
- La mortalidad de los peces en La Venta, fue observada mayormente en las primeras tres semanas del ensayo mientras que en los otros lugares fue gradual.
- Los mayores pesos promedios finales de los peces fueron alcanzados en La Venta y Comayagua.
- La mayor ganancia de biomasa de los peces/jaula durante 63 días de cultivo fue observada en Comayagua, seguido por La Venta.
- El peso promedio final y la biomasa promedio final, entre tilapia roja y gris cultivadas en los tres sitios y a las tres densidades, fueron similares.
- Los peces rojos y grises alcanzaron los mayores pesos promedios finales sembrados a densidades de 200 por m³ en jaulas en las tres localidades.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el cultivo de cualquiera de las dos líneas de tilapia en jaulas, ya que ambas se comportaron de manera similar en sobrevivencia, ganancia de peso y ganancia de biomasa en los tres sitios del estudio.
- Cultivar tilapia a densidades de 200 peces por m³, esta bien permite un rápido desarrollo de los peces y no provoca altas mortalidades.
- Reponer los peces muertos o perdidos de cada jaula durante los primeros 21 días del ensayo.
- Buscar alternativas en Zamorano para evitar que los patos y las tortugas compitan por el alimento ofrecido a los peces.

LITERATURA CITADA

- Abdalla, A; McNabb, C; Batterson, T. 1996. Ammonia dynamics in fertilized fish ponds stocked with Nile tilapia. *Progressive Fish-Culturist* 58:117-123.
- Alamar, M; Estruch, V; Pastor, J, Vidal, A. 2001. Modelo aleatorio de crecimiento CCT biparamétrico (en línea). *Revista AquaTIC*, nº 13. Consultado 24 oct. 2001. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=118>.
- Bardach, J; John, H; William, O. 1982. Crianza de organismos marinos y de agua dulce. México D. F. Ed. CALYPSO, S.A. 741 p.
- Beveridge, M.1987. Cage aquaculture. Fishing News Books Ltd., Farmhand, Surrey, England. 352 p.
- Esquivel, B. 2001. Evaluación del uso de cubierta de plástico en estanques para pre-engage de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 10 p.
- FAO (Depósitos de documentos de la FAO). 2006. Utilización responsable del pescado. (en línea). Consultado 10 may. 2008. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/w9634s/w9634s05.htm>.
- McGinty, AS.1991. Tilapia production in cages: effects of cage size and number of non-caged fish. *Progressive Fish-Culturist* 53: 246-249.
- Meyer, D. 2007. Introducción a la acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 159 p.
- Meyer, D; Castillo, C; Triminio, S. 2007. Acuicultura: manual de prácticas. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 111 p.
- Meyer, D; Triminio S. 2007. Reproducción y cría de alevines de tilapia: manual práctico. Programa Colaborativo en Apoyo a la Investigación en la Acuicultura, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A. 51 p.
- Popma, TJ; Green, BW. 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Research and Development Series No. 35. International Center for Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. 15 p.
- SAS. 2008. SAS Users Guide. Statistical Analysis Institute Inc, Cary N.C.

Teichert-Coddington, DR; Green, BW. 1997. Experimental and commercial culture of tilapia in Honduras. In Costa Pierce, BA; Rakocy, JE. (editors). Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol. I. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. p.142-162.

Yang, Y; Lin, CK; Diana, JS. 1996. Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. Aquaculture 146: 205-215.