

**Evaluación de la reproducción y crecimiento
de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en agua a
0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal
en Zamorano**

Yuri Magalí Tecún Díaz

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación de la reproducción y crecimiento
de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua a
0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal
en Zamorano**

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

Presentado por:

Yuri Magalí Tecún Díaz

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

Evaluación de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en Zamorano

Presentado por:

Yuri Magalí Tecún Díaz

Aprobado:

Daniel Meyer, Ph.D.
Asesor principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Tecún Díaz, Y.M. 2012. Evaluación de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en Zamorano. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 16 p.

La tilapia roja es un pez tropical y eurihalino. El objetivo del estudio fue evaluar la reproducción y crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en Zamorano. El ensayo duró 70 días. Se sembraron cinco hembras y dos machos en cada una de 12 pilas (1.0 × 2.5 × 3.0 m), cada pila provista de una hapa (0.80 × 1.60 × 1.95 m) para facilitar el manejo de los peces. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se agregó diariamente sal rústica a cada pila según el diseño experimental, durante las primeras tres semanas hasta llegar a las salinidades evaluadas. Se monitoreó el pH, temperatura, O₂ disuelto, transparencia y salinidad del agua. Semanalmente se extrajeron las crías de la cavidad oral de las hembras y se pesaron las hembras y machos individualmente. Se alimentó a los peces en base al 2% de su biomasa. El 93% de los peces adultos sobrevivieron el ensayo. La ganancia diaria de peso de las hembras fue mayor ($P \leq 0.05$) en agua con 20,000 y 30,000 ppm de sal. En los machos la ganancia diaria de peso fue menor en agua a 0 ppm de sal. Se encontró un total de 139 posturas y 202,454 crías a lo largo del ensayo. La producción promedio de tilapia roja fue de 5,068 y 5,380 crías/hembra en 70 días en agua a 0 y 10,000 ppm de sal, respectivamente, cantidades superiores ($P \leq 0.05$) comparadas con la producción obtenida a las salinidades de 20,000 y 30,000 ppm. Se identificaron cuatro hembras excepcionalmente buenas que durante el ensayo lograron producir cada una más de 9,500 crías en cinco posturas.

Palabras clave: Eurihalino, producción de crías, salinidad, sobrevivencia.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen.....	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4 CONCLUSIONES	12
5 RECOMENDACIONES	13
6 LITERATURA CITADA	14
7 ANEXOS.....	15

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Parámetros monitoreados de calidad del agua en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m), método o equipo utilizado y frecuencia de medición, durante 70 días en zamorano, honduras, 2012.	3
2.	Monitoreo de temperatura, oxígeno disuelto y ph del agua en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m), durante 70 días en zamorano, honduras, 2012.....	5
3.	Comparación de la ganancia de peso diaria de hembras y machos de tilapia roja a diferentes salinidades del agua, durante 70 días, en zamorano, honduras, 2012.....	9
4.	Comparación del total de posturas y producción promedio de crías de tilapia roja en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m) durante las 10 semanas del ensayo y las últimas siete semanas excluyendo el período de aclimatación, con adultos manejados a diferentes salinidades del agua, en zamorano, honduras.	11
Figuras		Página
1.	Promedio semanal de la distancia del disco secchi o transparencia del agua en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m) con diferentes concentraciones de sal, durante 70 días en zamorano, honduras, 2012..	6
2.	Promedio diario de la salinidad del agua en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m), durante 70 días en zamorano, honduras, 2012.....	7
3.	Hembras muertas de tilapia roja. A.) Tilapia mostrando daño característico del ataque de un macho agresivo. B).tilapia mostrando posible daño por ataque de una garza.	8
4.	Producción total de crías por semana en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m), durante 70 días en zamorano, honduras, 2012.....	10
5.	Producción total de crías de tilapia roja durante las últimas siete semanas del ensayo excluyendo el período de aclimatación, comparado con la producción total de crías durante las 10 semanas del ensayo, con adultos manejados a diferentes salinidades del agua en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m), en zamorano, honduras, 2012.....	10

6. Total de posturas semanales en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m) a diferentes salinidades del agua, durante 70 días en zamorano, honduras, 2012.....	11
--	----

Anexos	Página
1. Identificación de hembras reproductoras para llevar registros individuales. A). Identificación de hembra con chip colocado en la cabeza, arriba del opérculo. B). Identificación de hembra con arete metálico numerado, colocado en la mandíbula del pez.....	15
2. Transparencia del agua al inicio y final del ensayo en los diferentes tratamientos evaluados. A). Transparencia del agua de los cuatro tratamientos al inicio del ensayo. B). Transparencia del agua a 0 ppm de sal al final del ensayo. C). Transparencia del agua a 10,000 ppm de sal al final del ensayo. D). Transparencia del agua a 20,000 ppm de sal al final del ensayo. E). Transparencia del agua a 30,000 ppm de sal al final del ensayo.	16

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 25 años la producción mundial de tilapia ha incrementado, superando actualmente los 3,200,000 TM. Los Estados Unidos importan aproximadamente US\$ 800 millones de tilapia al año. Honduras es el mayor exportador de filete fresco de tilapia desde América Latina hacia los Estados Unidos, logrando en 2011 un total de US\$ 61,700,00 en exportaciones de filete fresco (Castillo 2011).

La tilapia es una especie eurihalina que puede ser cultivada en aguas dulces y salobres sin afectar su crecimiento normal, por esta característica su cultivo en zonas costeras va en aumento. La tilapia roja puede tolerar una salinidad de hasta 35,000 ppm. (Merchán 2007).

La aceptación en el mercado local para tilapia roja entera ha sido buena, porque el color de su piel es llamativo para los consumidores. El cultivo de tilapia roja en la región Centro Americana, principalmente en la zona sur de Honduras ha ganado importancia por la facilidad de exportar filete fresco a Estados Unidos que es uno de los mayores mercados meta (Castillo 2011).

A nivel mundial uno de los grandes problemas es la escasez de agua, varios países presentan carencia al usarla principalmente para consumo humano, producción animal, agricultura y procesamiento. La falta de semilla de buena calidad y disponibilidad todo el año también es una limitante a la expansión del cultivo de este pez. El incremento del consumo de tilapia nos indica la importancia de buscar alternativas de producción en ambientes de mayor disponibilidad como lo es en aguas salobres (Mena *et al.* 2002). Para el cumplimiento de este estudio se definieron los siguientes objetivos:

- Mantener la calidad del agua dentro de los rangos recomendados para el cultivo de tilapia.
- Evaluar la sobrevivencia de peces adultos en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal, en Zamorano.
- Comparar la ganancia diaria de peso en las diferentes salinidades evaluadas.
- Comparar la producción de crías en las diferentes salinidades.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El ensayo se realizó entre junio y agosto del 2012 en el Laboratorio de Acuicultura del Departamento de Ingeniería Agronómica de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Honduras. El ensayo tuvo una duración de 70 días. La EAP está ubicada a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, a una elevación de 800 msnm, con una temperatura promedio de 24 °C y precipitación de 1100 mm anuales.

Unidades experimentales. Se utilizaron 12 pilas de concreto de 1.0 × 2.5 × 3.0 m, en cada una se instaló una hapa de 0.80 × 1.60 × 1.95 m. La hapa es una red en forma de bolsa hecha de malla de nylon, que facilita el manejo de los peces. La malla de la pared de la hapa fue de 12 mm y la malla del fondo de 1 mm de abertura. Se colocó en cada hapa un marco de tubo de PVC de 31 mm de diámetro que sirvió para mantenerla abierta y suspendida en la pila.

Se mantuvo aireación constante del agua en cada pila por medio de una difusora de sílice fusionado de 10 cm de largo conectada a un soplador de 2.5 HP. Las pilas fueron cubiertas con una malla anti-pájaros para evitar la depredación. El nivel de agua se mantuvo en 0.8 m, para evitar que los peces saltaran de las hapas hacia otras pilas o al suelo.

Preparación del agua. Se llenaron las 12 pilas con agua potable siete días antes de iniciar el ensayo para permitir la volatilización del cloro. Desde el llenado de las pilas hasta el día de la siembra de los peces se monitoreó la concentración de cloro libre en el agua con cintas medidoras AquaChek 7. Se encaló el agua de cada pila a razón de 100 g/m³ de CaCO₃, para estabilizar en 6.5 a 9.5 el pH del agua (Boyd 1990).

Los tratamientos evaluados fueron 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en el agua. Se inició la aplicación de sal el mismo día de la siembra de los peces. Para alcanzar la concentración deseada en cada tratamiento se agregaron 10 kg/día de sal rústica no yodada en cada pila según el diseño del ensayo, manteniendo un ritmo de aclimatación de 1,429 ppm/día de sal. La etapa de aclimatación duró 21, 14 y siete días para alcanzar 30,000, 20,000 y 10,000 ppm de salinidad en el agua, respectivamente. (Watanabe *et al.* 1989).

Peces. Se utilizaron reproductores seleccionados de la población de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) manejada en el laboratorio de acuicultura en Zamorano. Los peces adultos se separaron en dos pilas según sexo, 15 días antes de iniciar el ensayo para darles descanso reproductivo. Se pesó hembras y machos individualmente cada semana desde el inicio del ensayo, se utilizó una balanza de reloj con capacidad de 1000 g \pm 5 g marca Chatillion. Los peces hembras y machos tenían un peso promedio inicial de 380 y 460 g respectivamente.

Las hembras se identificaron para tomar datos individuales de su crecimiento y actividad reproductiva durante todo el ensayo. Treinta hembras fueron identificadas con un chip (Biomark) de 12 mm de largo. El chip se insertó en el lado izquierdo del pez, arriba del opérculo. Otras 30 hembras se identificaron con aretes metálicos numerados colocados en su mandíbula.

Los machos no se identificaron individualmente. Semanalmente se pesaron los machos de cada hapa y se determinó el peso promedio. Se sembraron cinco hembras y dos machos por hapa (0.93 peces/m²) dando un total de 84 peces adultos de tilapia roja en todo el ensayo.

Alimentación. Se dio alimento balanceado (ALCON, S.A) para tilapia con 28% de proteína cruda en forma física de perdigones flotantes a los peces en cada hapa. La cantidad diaria ofrecida se basó en el 2% de la biomasa estimada de los peces de cada pila, en dos porciones diarias (a.m. y p.m.).

Calidad del agua. En cada pila se monitoreó varios parámetros de calidad del agua durante todo el ensayo (Cuadro 1). El oxígeno disuelto y temperatura del agua se midieron a una profundidad de 30 cm. No se realizó recambio de agua de las pilas durante todo el ensayo.

Cuadro 1. Parámetros monitoreados de calidad del agua en 12 pilas de concreto (1.0 \times 2.5 \times 3.0 m), método o equipo utilizado y frecuencia de medición, durante 70 días en Zamorano, Honduras, 2012.

Parámetro	Método o equipo	Frecuencia
Oxígeno Disuelto	Medidor Poligráfico (YSI 55)	Diario (a.m. y p.m.)
Temperatura	Medidor Poligráfico (YSI 55)	Diario (a.m. y p.m.)
Transparencia	Disco Secchi	Semanal
pH	Fisher, modelo AB-15	Semanal
Salinidad	Hidrómetro	Diario

Variables medidas. Cada semana a partir del día siete del ensayo se revisó la cavidad bucal de cada hembra para recolectar las crías. En caso de tener crías se hizo una extracción total y se identificó la postura con el número de la madre y la fecha.

Se tomó una fotografía de cada postura en una bandeja blanca. El conteo de las crías de cada postura se hizo utilizando el programa ImageJ. Entre las crías se incluyeron huevos y peces-larva. Los huevos infértiles también se contaron como parte de los resultados del ensayo.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos (0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal) y tres repeticiones de cada uno (pilas). Cada pila con su hapa sembrada con cinco hembras y dos machos fue una unidad experimental.

Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias con la prueba de Tukey para las variables distancia del disco Secchi, ganancia diaria de peso y producción de crías. Los análisis se realizaron a través del paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®] 9.1). Se utilizó un nivel de significancia exigido de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH. No se encontró diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre los valores de pH del agua para los tratamientos evaluados. Los valores de pH del agua de las 12 pilas se mantuvieron en el rango recomendado (Cuadro 2). El encalado inicial del agua de cada pila probablemente ayudó a estabilizar su pH. Los rangos de pH recomendados para el cultivo exitoso de tilapia están entre 6.5 a 9.5 (Boyd 1990).

Temperatura. No se encontró diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre la temperatura del agua respecto a los diferentes tratamientos evaluados. Esto indica que las concentraciones de sal no influyeron en la temperatura del agua de las pilas. La tilapia es un pez poiquilotérmico que reduce su eficiencia metabólica a temperaturas menores a 23 °C. La temperatura del agua de las 12 pilas se mantuvo en el rango entre 25 y 30 °C (Cuadro 2).

Concentración de oxígeno (O₂) disuelto. La concentración detectada de O₂ disuelto en el agua fue suficiente en todas las pilas durante todo el ensayo. Para el cultivo exitoso de tilapia se recomienda mantener los niveles de O₂ disuelto mayores a 2 ppm. En la acuicultura el nivel de O₂ disuelto en el agua es considerado el parámetro variable más importante (Meyer 2008).

No se encontró diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en la concentración de O₂ en el agua entre los diferentes tratamientos evaluados. Posiblemente esto se atribuye a que se suministró aireación artificial a todas las pilas por igual y la densidad de siembra de los peces (0.9 peces/m²) fue relativamente baja. Incrementos en la salinidad del agua disminuyen su capacidad de mantener gas en solución. Las moléculas de sal ocupan lugares en el agua donde pueden estar presentes las moléculas de oxígeno (Meyer 2008).

Cuadro 2. Monitoreo de temperatura, oxígeno disuelto y pH del agua en 12 pilas de concreto (1.0 × 2.5 × 3.0 m), durante 70 días en Zamorano, Honduras, 2012.

Valor	Parámetro		
	Temperatura (°C)	O ₂ disuelto (ppm)	pH
Mínimo	25.4	2.1	6.5
Máximo	31.0	9.5	9.5
Promedio (#obs.)	28.6 (840)	5.4 (840)	6.8 (120)

Transparencia. Las distancias del disco Secchi tomadas para la última fecha del ensayo fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados. La transparencia para los tratamientos de 20,000 y 30,000 ppm de sal en el agua fue estadísticamente superiores con respecto a los tratamientos con 0 y 10,000 ppm de sal (Figura 1). Esto indica que la salinidad si influyó en la transparencia del agua al final del ensayo.

La transparencia del agua es un indicador de fertilidad y presencia de algas. Para el cultivo de tilapia se recomienda mantener la transparencia del agua entre 20 y 35 cm (Meyer 2008). Factores como temperatura y fertilidad del agua, radiación solar y presencia de células de algas en el medio influyen en el establecimiento y proliferación de una población de algas. La dinámica poblacional de algas y microorganismos en el cultivo de peces a diferentes concentraciones de sal en el agua es variable (Boyd 1990).

Salinidad. La salinidad del agua fue la variable que se manipuló durante todo el ensayo. Durante las primeras tres semanas se incrementó gradualmente la concentración de sal en el agua a un ritmo de 1429 ppm/día, hasta llegar a la salinidad de cada tratamiento. Con el uso diario del hidrómetro se logró establecer y mantener, sin mucha variación, las concentraciones de sal en el agua de las pilas según el diseño del ensayo (Figura 2).

Para el cultivo de tilapia se recomienda aclimatar los peces a un ritmo de 5000 ppm/día pasando los peces a recipientes con diferentes concentraciones de sal en el agua (Watanabe *et al.* 1989). La tilapia roja es un pez tropical y eurihalino que tolera rangos amplios de salinidad en el agua (Meyer 2008).

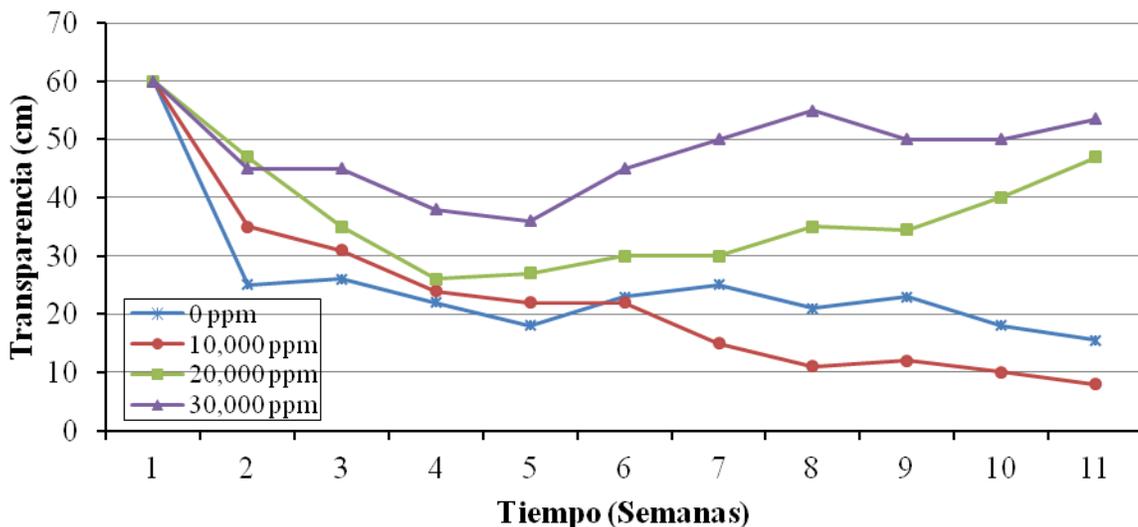


Figura 1. Promedio semanal de la distancia del disco Secchi o transparencia del agua en 12 pilas de concreto ($1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m) con diferentes concentraciones de sal, durante 70 días en Zamorano, Honduras, 2012.

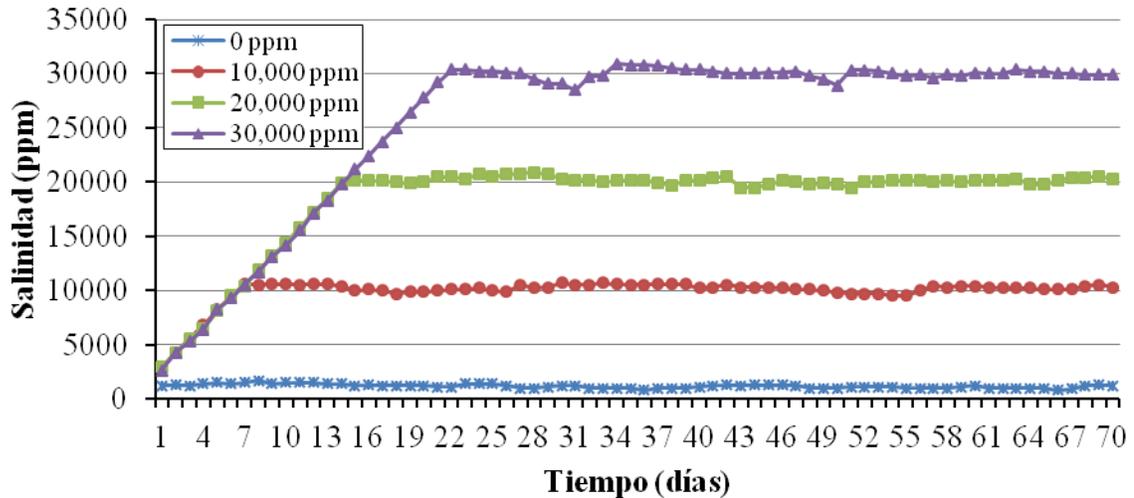


Figura 2. Promedio diario de la salinidad del agua en 12 pilas de concreto ($1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m), durante 70 días en Zamorano, Honduras, 2012.

Sobrevivencia. En general el 93% de los peces adultos sobrevivieron. En Tailandia 76% de los adultos de tilapia del Nilo sobrevivieron en tanques para su reproducción con agua a 10,000 ppm de salinidad (Bhujel 2001). La tilapia roja es más tolerante al agua salada que la tilapia del Nilo (Watanabe *et al.* 2006).

Cinco peces adultos murieron en una pila con agua a 30,000 ppm de sal entre el 15 y 30 de junio del 2012. La muerte no se atribuye a la salinidad del agua ya que los peces muertos presentaron características típicas de ataques. Posiblemente la muerte de estos peces fue por el alto nivel de agresividad de un macho dominante en el grupo o por el ataque de algún ave depredadora de peces.

Los machos sexualmente maduros ocasionalmente atacan a las hembras con mordidas en la aleta caudal y en el cuerpo. Estos ataques usualmente resultan en la muerte del pez (Figura 3 A). Se observó a menudo la mayoría de los peces arrinconados en la hapa, lo cual es característico del comportamiento de la tilapia con la presencia de un macho dominante en el grupo (Watanabe *et al.* 1989).

Las pilas se cubrieron con una malla anti-pájaros, pero las garzas podían pararse en los bordes de la hapa y atacar a los peces. A veces las garzas agarran los peces con su pico, pero no lo pueden dominar y el pez escapa y luego muere por la herida. La herida que deja el ataque de una garza es típicamente de la forma de un agujero (Figura 3 B). Por su coloración la tilapia roja es muy visible en el agua para los depredadores, especialmente para las garzas y otras aves (Meyer 2008).

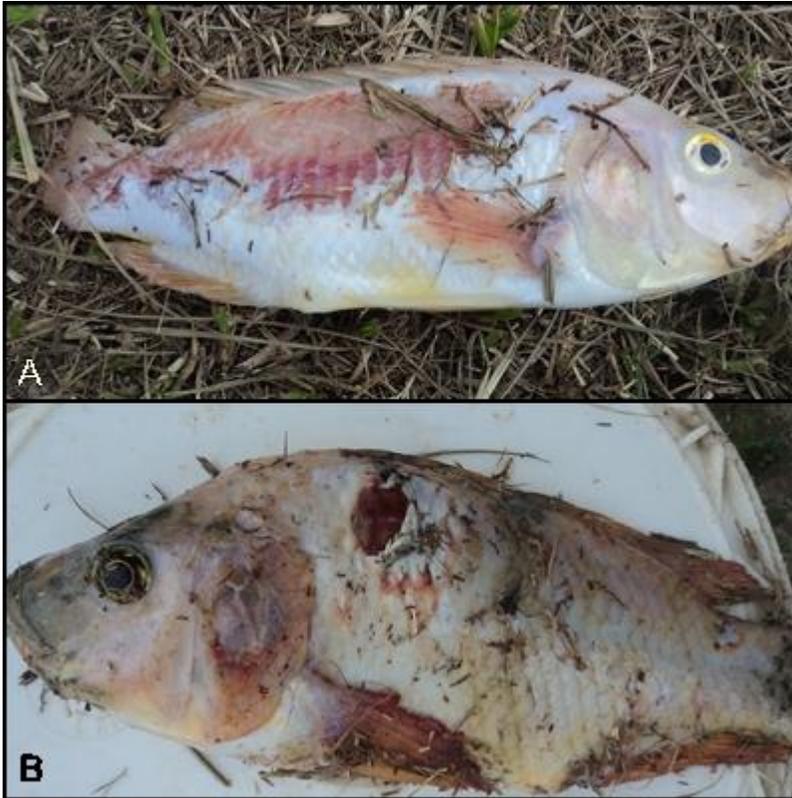


Figura 3. Hembras muertas de tilapia roja. A.) Tilapia mostrando daño característico del ataque de un macho agresivo. B).Tilapia mostrando posible daño por ataque de una garza.

Ganancia diaria de peso. Se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la ganancia diaria de peso de los peces en los diferentes tratamientos. Las hembras de tilapia en agua a 10,000 y 30,000 ppm de sal presentaron una ganancia de peso diaria estadísticamente superior a los demás tratamientos (Cuadro 3).

A salinidades mayores de 18,000 ppm la actividad reproductiva de la tilapia se reduce (Watanabe *et al.* 2006). Las hembras de tilapia incuban sus crías en la cavidad oral y no pueden consumir alimento durante este período (Meyer 2008). Al disminuir la reproducción los peces pueden aumentar el consumo de alimento.

Se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la ganancia de peso diaria de los machos. La menor ganancia diaria de peso fue en los peces en agua a 0 ppm de sal. Esto indica que los peces macho se adaptaron a las concentraciones de sal en el agua.

Para el tratamiento de 10,000 ppm de salinidad se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre la ganancia de peso de machos y hembras, siendo estadísticamente superior la ganancia de peso del macho con respecto a la hembra. La tasa de crecimientos de la tilapia roja es mejor en agua salobre (Watanabe *et al.* 2006).

Cuadro 3. Comparación de la ganancia de peso diaria de hembras y machos de tilapia roja a diferentes salinidades del agua, durante 70 días, en zamorano, Honduras, 2012.

Salinidad del agua (ppm)	Ganancia de peso (g/pez/día)	
	Hembra	Macho
0	0.29 ± 0.12 ^o bx	0.44 ± 0.25 ^o bx
10,000	0.61 ± 0.21 by	1.14 ± 0.09 ax
20,000	1.26 ± 0.27 ax	1.30 ± 0.14 ax
30,000	1.31 ± 0.14 ax	1.43 ± 0.31 ax

^{a,b} Las medias seguidas con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%.

^{x,y} Las medias seguidas con la misma letra en la misma fila no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%.

^o Desviación estándar

Producción de crías. Durante todo el ensayo se produjo un total de 202,454 crías. Durante las primeras tres semanas se llegó gradualmente a las salinidades a evaluar (Figura 2). En ese período de aclimatación se recolectó el 41% del total de crías producidas en todo el ensayo. Los adultos recién saliendo de un periodo de descanso, lograron un 78% más producción de crías en la primera semana, que cualquier otra semana del ensayo (Figura 4).

En las últimas siete semanas del ensayo el 72% del total de posturas y 78% del total de crías fueron encontrados entre las hembras manejadas con agua a las salinidades de 0 y 10,000 ppm (Figura 5). La producción promedio total de crías/hapa en agua a 0 y 10000 ppm de salinidad fue significativamente superior ($P \leq 0.05$) en comparación con las salinidades más altas evaluadas (Cuadro 4). La concentración de sal en el agua influyó en el rendimiento reproductivo de la tilapia roja. La producción de crías de la tilapia roja se reduce significativamente a salinidades mayores de 18,000 ppm (Watanabe *et al.* 2006).

Se encontró un total de 139 posturas a lo largo de los 70 días del ensayo. En la primera semana del ensayo 27 del total de 60 hembras tenían crías en sus cavidades orales. Los peces en agua a 0 y 10,000 ppm tuvieron un promedio semanal mayor ($P \leq 0.05$) de posturas que los peces manejados a 20,000 y 30,000 ppm de salinidad (Figura 6). Esto indica que el número de posturas fue afectado por la concentración de sal en el agua.

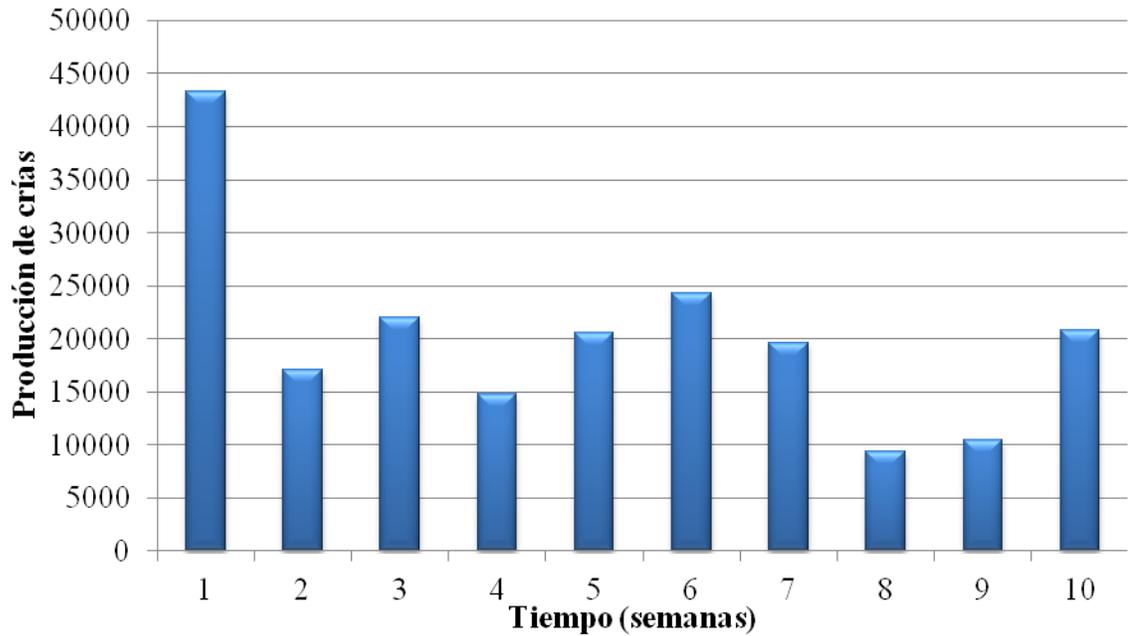


Figura 4. Producción total de crías por semana en 12 pilas de concreto ($1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m), durante 70 días en Zamorano, Honduras, 2012.

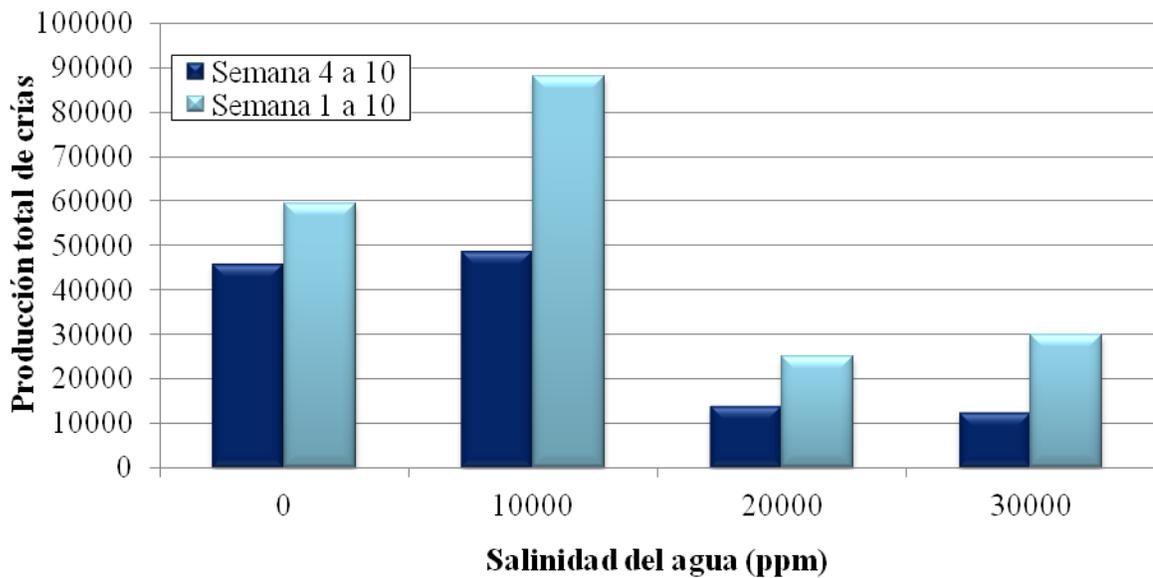


Figura 5. Producción total de crías de tilapia roja durante las últimas siete semanas del ensayo excluyendo el período de aclimatación, comparado con la producción total de crías durante las 10 semanas del ensayo, con adultos manejados a diferentes salinidades del agua en 12 pilas de concreto ($1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m), en Zamorano, Honduras, 2012.

Cuadro 4. Comparación del total de posturas y producción promedio de crías de tilapia roja en 12 pilas de concreto ($1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m) durante las 10 semanas del ensayo y las últimas siete semanas excluyendo el período de aclimatación, con adultos manejados a diferentes salinidades del agua, en Zamorano, Honduras.

Salinidad (ppm)	Semanas 4 a 10		Semanas 1 a 10	
	Total de posturas	Producción promedio (crías/pila)	Total de posturas	Producción promedio (crías/pila)
0	31 a	5,068 a	46 a	6,597 a
10,000	30 a	5,380 a	48 a	9,782 a
20,000	13 b	1,536 b	21 b	2,785 b
30,000	11 b	1,357 b	24 b	3,331 b

^{a,b} Las medias seguidas con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%.

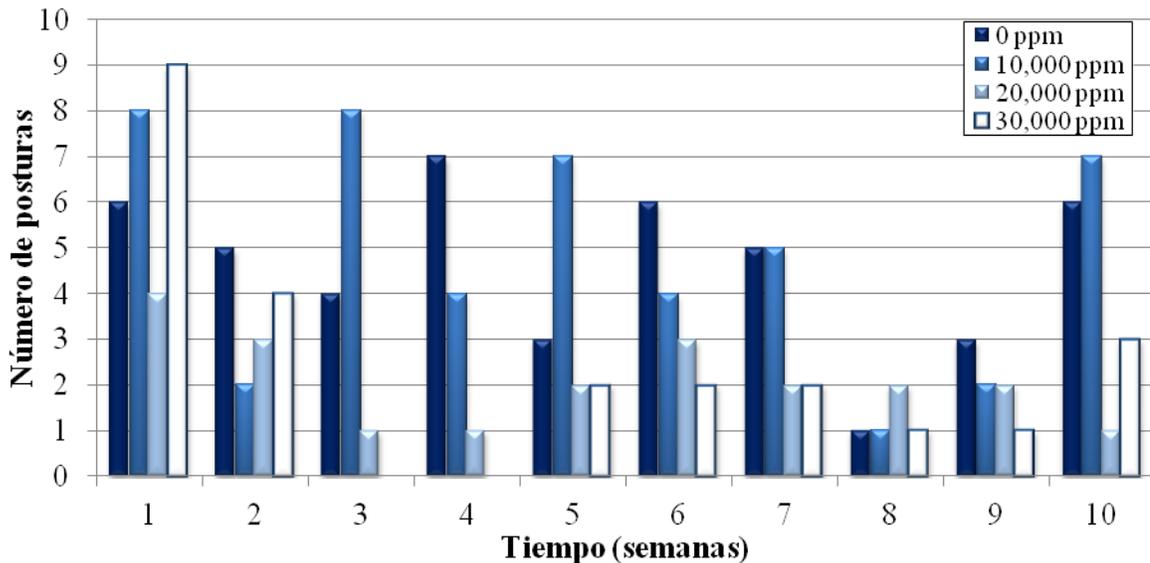


Figura 6. Total de posturas semanales en 12 pilas de concreto ($1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m) a diferentes salinidades del agua, durante 70 días en Zamorano, Honduras, 2012.

Peces excepcionales. Seis hembras nunca tuvieron crías en sus cavidades orales durante todo el ensayo. Estos peces se podrían calificar como infértiles, representando el 10% del total de hembras en el ensayo. La producción promedio de crías fue de 3749/hembra en 70 días. Valle y Valle (2009) reportaron una producción promedio de 3500 crías/hembra.

Se identificaron cuatro hembras excepcionalmente buenas que durante el ensayo lograron producir cada una más de 9500 crías en cinco posturas. Ellas representan el 7% del total de las hembras fértiles del ensayo. En promedio, estas hembras produjeron 2251 crías/postura. Valle y Valle (2009) identificaron tres hembras excepcionales que representaron el 5% del total de sus reproductoras, cada una con una producción total de crías mayor a 10,000 durante 70 días, distribuida en cinco y seis posturas.

4. CONCLUSIONES

- La calidad del agua se mantuvo dentro de los rangos recomendados para el cultivo de tilapia. La transparencia del agua fue superior en los tratamientos de 20,000 y 30,000 ppm de sal al final del ensayo.
- La sobrevivencia general de los peces adultos fue de 93%.
- La ganancia diaria de peso fue superior en hembras de tilapia roja en los tratamientos de 20,000 y 30,000 ppm de sal en el agua. Los peces macho de tilapia roja presentaron un mayor ritmo de ganancia de peso con 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de salinidad comparado con los peces en agua dulce.
- La producción promedio de tilapia roja fue de 5,068 y 5,380 crías/hembra en agua a 0 y 10,000 ppm de sal, respectivamente, cantidades superiores comparadas con la producción obtenida a las salinidades de 20,000 y 30,000 ppm.

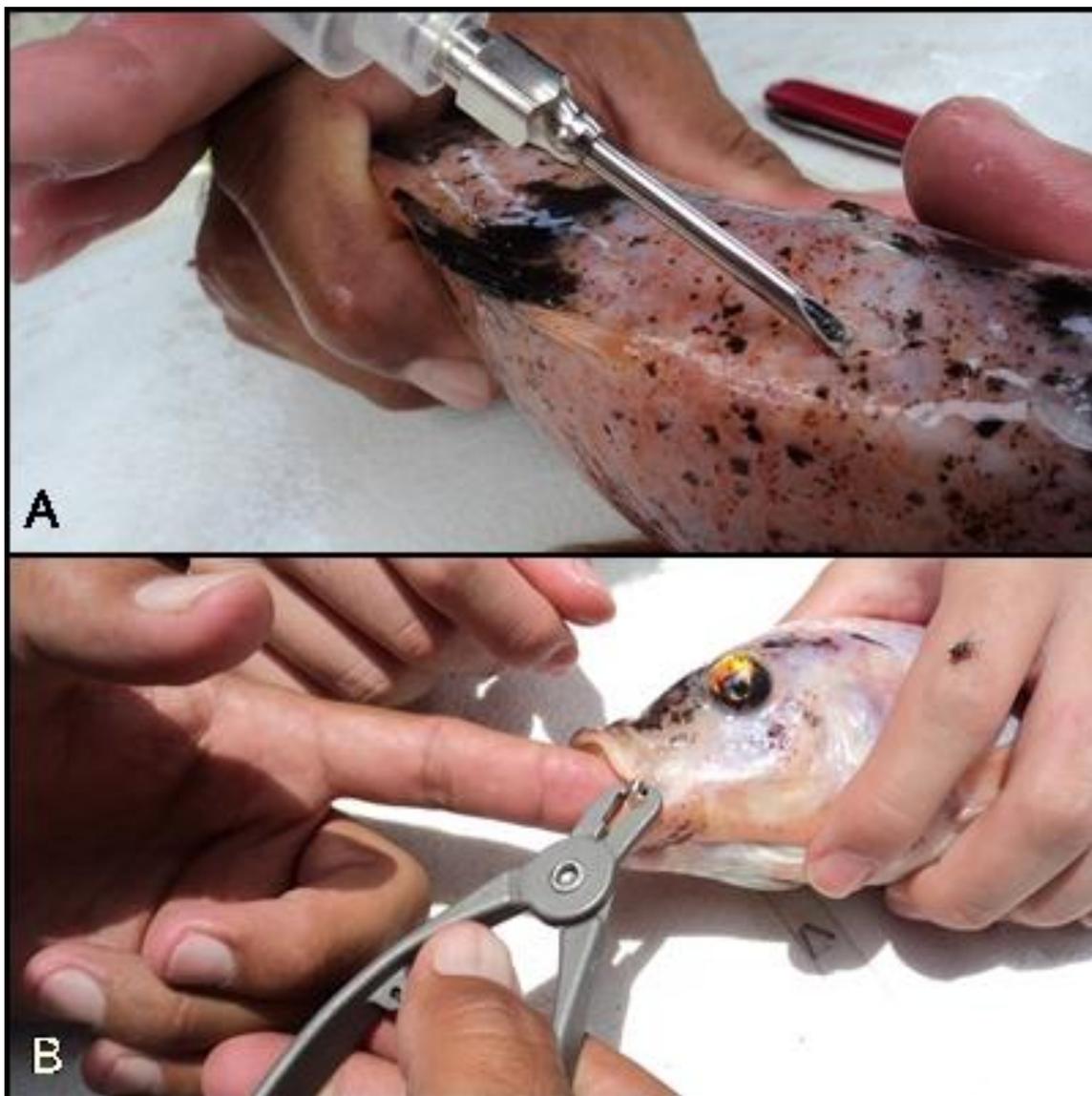
5. RECOMENDACIONES

- Usar agua con salinidades hasta 10,000 ppm para la reproducción de la tilapia roja.
- Aclimatar los peces por sexo separado a las diferentes salinidades a usar en el diseño experimental antes de colocarlos en las hapas, para eliminar el período de aclimatación.
- Remover quirúrgicamente la pre-maxila de la boca de cada macho reproductor antes de la siembra para reducir la capacidad de hacer daño a sus compañeros.

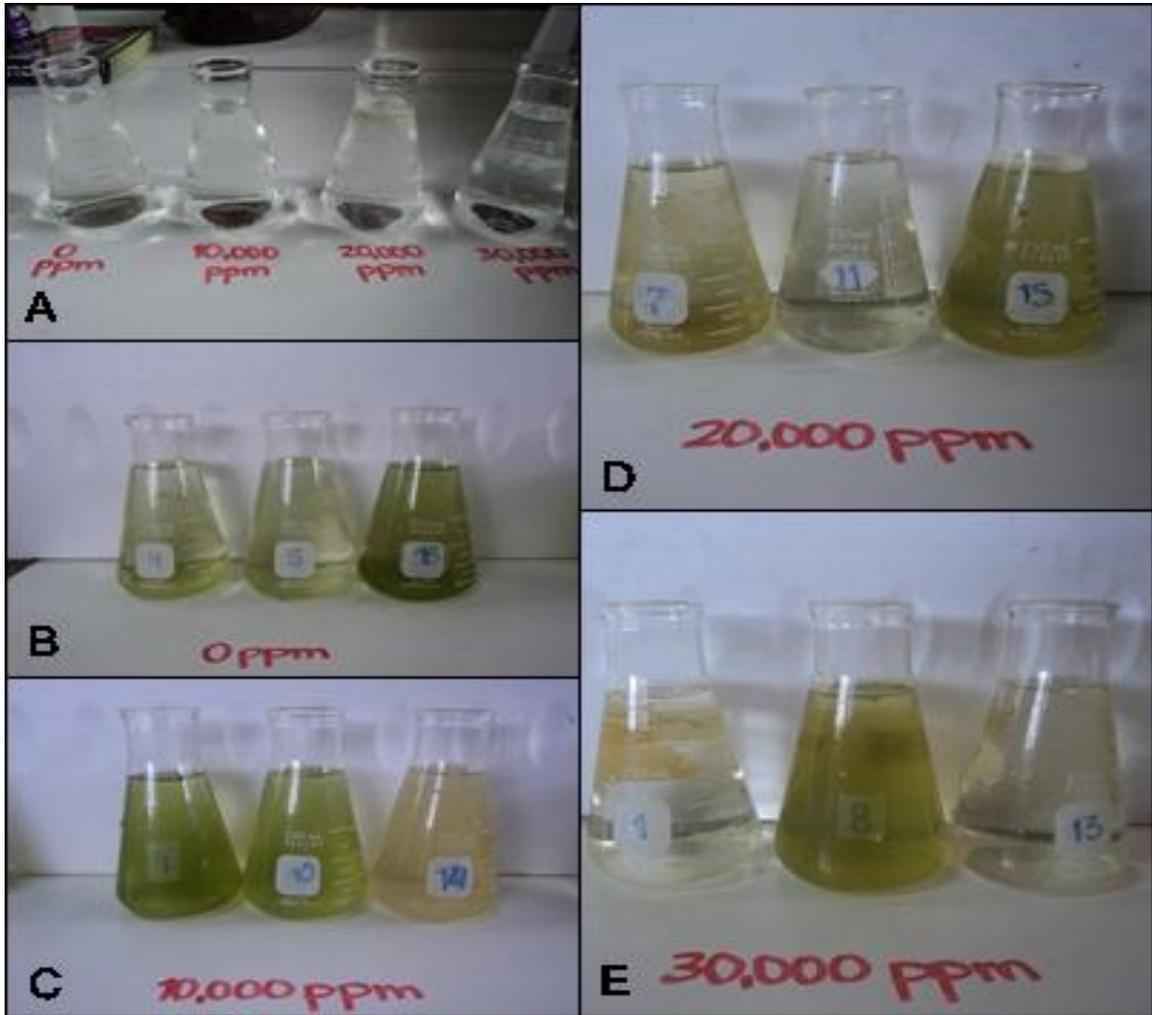
6. LITERATURA CITADA

- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture: Farming Tilapia in Saline Waters. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. 482 p.
- Bhujel, R.C., W.A. Turner, A. Yakupitiyage and D.C. Little. 2001. Impacts of environmental manipulation on the reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Aquaculture in the Tropics 16(3):197-209.
- Castillo Ocampo, L. 2011. Estado actual de la tilapia. (En línea). Consultado 6 de mayo de 2012. Disponible en: http://www.acuacultivosdelvalle.mex.tl/68011_PRODUCION-MUNDIAL-DE-TILAPIA-2012.html
- Mena, H.A., S.H. López y Z.R. Maclas. 2002. Efecto de la salinidad en el crecimiento de tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters) × *O. niloticus* (Linnaeus), cultivadas bajo condiciones de laboratorio. Vet. Méx. 33(1):39-48
- Merchán Valdivieso, J.P. 2007, Reproducción de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) a salinidades de 2000, 17000 y 32000 ppm. Proyecto Especial Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 13 p.
- Meyer, D. 2008. Introducción a la Acuicultura. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. 159 p.
- Valle, F. L., Valle, J. L. 2009. Comparación de la producción de crías con dos densidades de siembra de adultos de tilapia roja en pilas de concreto con hapas. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 20 p.
- Watanabe, W.O., K. M. Burnett, B.L Olla and R.I. Wicklund. 1989. The effects of Salinity on Reproductive Performance of Florida Red Tilapia. Journal of the World Aquaculture Society 20(4): 223-229.
- Watanabe, W.O., K. Fitzsimmons and Y. Yang. 2006. Farming Tilapia in Saline Waters, pages 347-447. In: C. Lim and C.D. Webster (editors). Tilapia: Biology, Culture and Nutrition. The Haworth Press. New York, USA.

7. ANEXOS



Anexo 1. Identificación de hembras reproductoras para llevar registros individuales. A). Identificación de hembra con chip colocado en la cabeza, arriba del opérculo. B). Identificación de hembra con arete metálico numerado, colocado en la mandíbula del pez.



Anexo 2. Transparencia del agua al inicio y final del ensayo en los diferentes tratamientos evaluados. A). Transparencia del agua de los cuatro tratamientos al inicio del ensayo. B). Transparencia del agua a 0 ppm de sal al final del ensayo. C). Transparencia del agua a 10,000 ppm de sal al final del ensayo. D). Transparencia del agua a 20,000 ppm de sal al final del ensayo. E). Transparencia del agua a 30,000 ppm de sal al final del ensayo.