

**Evaluación de 0, 5000, 10000 y 15000 ppm de sal en el agua para la incubación artificial de huevos de tilapia roja sin aclimatación**

**Carmen Vanessa Terán Astudillo**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

# **Evaluación de 0, 5000, 10000 y 15000 ppm de sal en el agua para la incubación artificial de huevos de tilapia roja sin aclimatación**

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

Presentado por

**Carmen Vanessa Terán Astudillo**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2013

# **Evaluación de 0, 5000, 10000 y 15000 ppm de sal en el agua para la incubación artificial de huevos de tilapia roja sin aclimatación**

Presentado por:

Carmen Vanessa Terán Astudillo

Aprobado:

---

Daniel Meyer, Ph.D.  
Asesor principal

---

Renán Pineda, Ph.D.  
Director  
Departamento de Ingeniería  
Agronómica

---

Isidro A. Matamoros, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

## **Evaluación de 0, 5000, 10000 y 15000 ppm de sal en el agua para la incubación artificial de huevos de tilapia roja sin aclimatación.**

**Carmen Vanessa Terán Astudillo**

**Resumen:** El agua cubre  $\frac{3}{4}$  partes de la superficie terrestre, el 97% es agua de mar y el 3% agua dulce en lo que se estima que el 70% del agua dulce es usada para la agricultura; aquí se ve la importancia de buscar alternativas de producción haciendo uso del agua salobre. El objetivo de este estudio fue evaluar 0, 5000, 10000 y 15000 ppm de sal rústica en el agua para la incubación artificial de huevos de tilapia roja en la EAP. Semanalmente se colectó huevos de la cavidad oral de las hembras incubando. Cada lote de huevos fue dividido en dos partes  $\pm$  iguales en panas de plástico, fotografiado y enumerado con el programa ImageJ<sup>®</sup>. La misma metodología se utilizó para enumerar las crías a los seis días finalizando el periodo de incubación en los jarros tipo McDonald. Se monitoreó el pH, temperatura, O<sub>2</sub> disuelto y salinidad del agua. Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos (salinidades) y cuatro repeticiones. Durante el ensayo se mantuvo todos los parámetros de calidad de agua en los niveles aceptables para la incubación de huevos de tilapia roja. Se recolectó un total de 102,627 huevos que fueron incubados, 4276 huevos por jarro McDonald al iniciar cada proceso de incubación. Como producto del ensayo se recolectó un total de 89,301 crías vivas, obteniendo así una sobrevivencia global de 85.4%. El porcentaje de sobrevivencia de los huevos fue mayor a 5000 ppm de sal, seguido por agua dulce y salinidades de 10000 y 15000 ppm. Agregar sal al agua para establecer una concentración de 5000 ppm para usar en la incubación artificial de huevos de tilapia roja en la EAP significa un costo adicional estimado en USD 0.10 por ciclo.

**Palabras clave:** Crianza de peces, eurihalinos, piscicultura, salinidad.

**Abstract:** Water covers  $\frac{3}{4}$  of the earth's surface, 97% is sea water and 3% fresh water. It is estimated that 70% of all freshwater is used for agriculture. Therefore the importance of looking for production alternatives using brackish water. The objective of this study was to evaluate 0, 5000, 10000 and 15000 ppm salt water for the artificial incubation of red tilapia eggs in the EAP. Eggs were collected weekly from the oral cavity of incubating females. Each batch of eggs was divided into two equal  $\pm$  parts in plastic bowls, photographed and then counted using the program ImageJ<sup>®</sup>. The same methodology was used to enumerate the offspring after six-days of incubation in McDonald jars. Water quality monitoring included pH, temperature, dissolved O<sub>2</sub> and salinity. The experiment had a completely randomized design (CRD) with four treatments (salinities) and four replications in time. During the experiment all water quality parameters were at acceptable levels for the incubation of red tilapia eggs. A total of 102,627 eggs were collected and incubated with an overall survival of 85.4%. An average of 4276 eggs was placed into each McDonald jar for incubation. Best survival was observed among eggs incubated in 5000 ppm of salt, followed by fresh water, 10000 and 15000 ppm. Adding salt to the water to make a concentration of 5000 ppm for use in the artificial incubation of red tilapia eggs means an additional estimated cost of USD 0.10 per cycle.

**Keywords:** Euryhaline, fish breeding, fish farming, salinity.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firma.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>11</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS

### Cuadros Página

1. Detalles del monitoreo de la calidad del agua en el agua en jarros McDonald del sistema de incubación artificial para huevos de tilapia roja en la EAP, Honduras. Durante 77 días, periodo en el que se desarrolló todas las repeticiones de seis días de duración cada una del ensayo. .... 4
2. Resultado del monitoreo de calidad del agua de dos sistemas de incubación artificial de huevos de tilapia, manejado con diferentes salinidades durante 60 días, EAP, Honduras..... 8
3. Supervivencia de huevos de tilapia roja incubados en agua con diferente salinidad en jarros McDonald, EAP, Honduras. Los resultados incluyen datos de 4 repeticiones (R) realizadas en el tiempo. Valores de la misma columna seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). .... 7

### Figuras Página

1. Descripción de materiales para la construcción de un sistema de incubación de huevos de tilapia en la EAP Zamorano. .... 3
2. Temperatura del agua en jarros McDonald del sistema de incubación artificial para huevos de tilapia roja en la EAP, Honduras. Los datos son para 77 días, periodo en el que se desarrolló todas las repeticiones de seis días de duración cada una del ensayo. .... 6
3. Concentración de oxígeno en solución en el agua en jarros McDonald del sistema de incubación artificial para huevos de tilapia roja en la EAP, Honduras. Los datos son para 77 días, periodo en el que se desarrolló todas las repeticiones de seis días de duración cada una del ensayo. .... 6
4. Regresión lineal y curva lineal entre la supervivencia de huevos de tilapia roja y la salinidad del agua usada para la incubación artificial en jarros de McDonald..... 8

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura mundial ha sostenido un incremento anual de  $\pm 10\%$  en los últimos 20 a 30 años (FAO 2010). El cultivo de tilapia tenía su inicio en la década de los 1950's en zonas tropicales de África (García y Toledo s.f.). Su cultivo comercial empezó en Asia y posteriormente en las Américas en los 1980's (Pullin 1993).

En Latino América el cultivo comercial de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) es una actividad importante en Ecuador, Honduras, Costa Rica, Colombia, Brasil, México y otros países. Anualmente los Estados Unidos importan más de USD 800 x 10<sup>6</sup> UD dólares de tilapia (NMFS 2012). La tilapia roja, por su color llamativo, tiene buena aceptación en muchos mercados (Stickney 1986). El incremento de consumo de tilapia en Centro América nos indica la importancia de buscar alternativas de producción haciendo uso del agua salobre (Mena *et al.* 2002).

Las bondades de la tilapia para un cultivo comercial son su crecimiento acelerado, su adaptabilidad a las condiciones de cautiverio y a las altas densidades de siembra. Se desarrolla bien en agua a una temperatura en el rango de 25 a 32 °C. (Boyd 1990).

Son peces resistentes a los patógenos y parásitos. Aceptan consumir una amplia gama de sustancias orgánicas (Meyer y Triminio Meyer 2007). La tilapia roja es un pez eurihalino con capacidad de adaptarse a agua conteniendo hasta 35,000 ppm de sal (Watanabe 1990; Hernandez Melgar y Rivas Rodríguez 2012; Tecun 2012).

El objetivo general del estudio fue evaluar 0, 5000, 10000 y 15000 ppm de sal en el agua para la incubación artificial de huevos de tilapia roja en Zamorano. Los objetivos específicos del estudio fueron evaluar la sobrevivencia de los huevos incubados a salinidades de 0, 5000, 10000 y 15000 ppm y estimar el costo de usar sal en el agua para la incubación en la EAP.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en las instalaciones del laboratorio Acuicultura en el Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. La EAP está ubicada en el valle del Yeguaré, a 30 km al este de Tegucigalpa capital de Honduras a 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24 °C y precipitación promedio anual de 1100 mm.

El ensayo se desarrolló con seis incubadoras de plástico cilíndricas, tipo jarro McDonald de 46 cm de altura y 16 cm diámetro. Son jarros diseñados específicamente para la incubación de huevos de peces. Cada jarro es de fondo redondeado con su entrada de agua en el centro y tiene capacidad para acomodar unos 100,000 huevos en proceso de incubación.

En el Laboratorio de Acuicultura de la EAP se trabajó con dos sistemas iguales para la incubación de huevos de tilapia. Los diferentes componentes de cada sistema son ilustrados en la Figura 1.

Se llenó cada sistema de incubación con 190 L de agua potable sin cloro tomada de una cisterna con capacidad de 2500 L. Se manejó la cisterna llena de agua potable durante 5 días con aireación continua para quitar su contenido de cloro.

El agua del sistema de incubación se manejó en recirculación por medio de una bomba sumergible eléctrica (capacidad de 50 L/h) colocada en una pana de plástico (10 cm de alto  $\times$  30 cm de diámetro) en el piso. De la pana de plástico la bomba impulsó el agua a cada jarro McDonald a través de un tubo de plástico de PVC (12 mm de diámetro) y una llave metálica.

El agua de cada jarro McDonald rebasó a una pecera de vidrio de 50  $\times$  40  $\times$  30 cm. Se midió el volumen de agua que salga de cada jarro McDonald con un recipiente graduado. Se manejó así el flujo de agua en cada jarro McDonald con un caudal entre 3 a 5 L/min. De la pecera el agua drenó hacia la pana en el suelo, pasando primero por un filtro mecánico de pelotas de plástico.

Una vez instalado el sistema se agregó sal rústica sin yodo para llegar a concentraciones de 0, 5000, 10000 y 15000 ppm. Cada sistema de incubación contó con aireación continua con una piedra difusora de sílice conectada a tubos de PVC y un soplador de 2.5 HP.

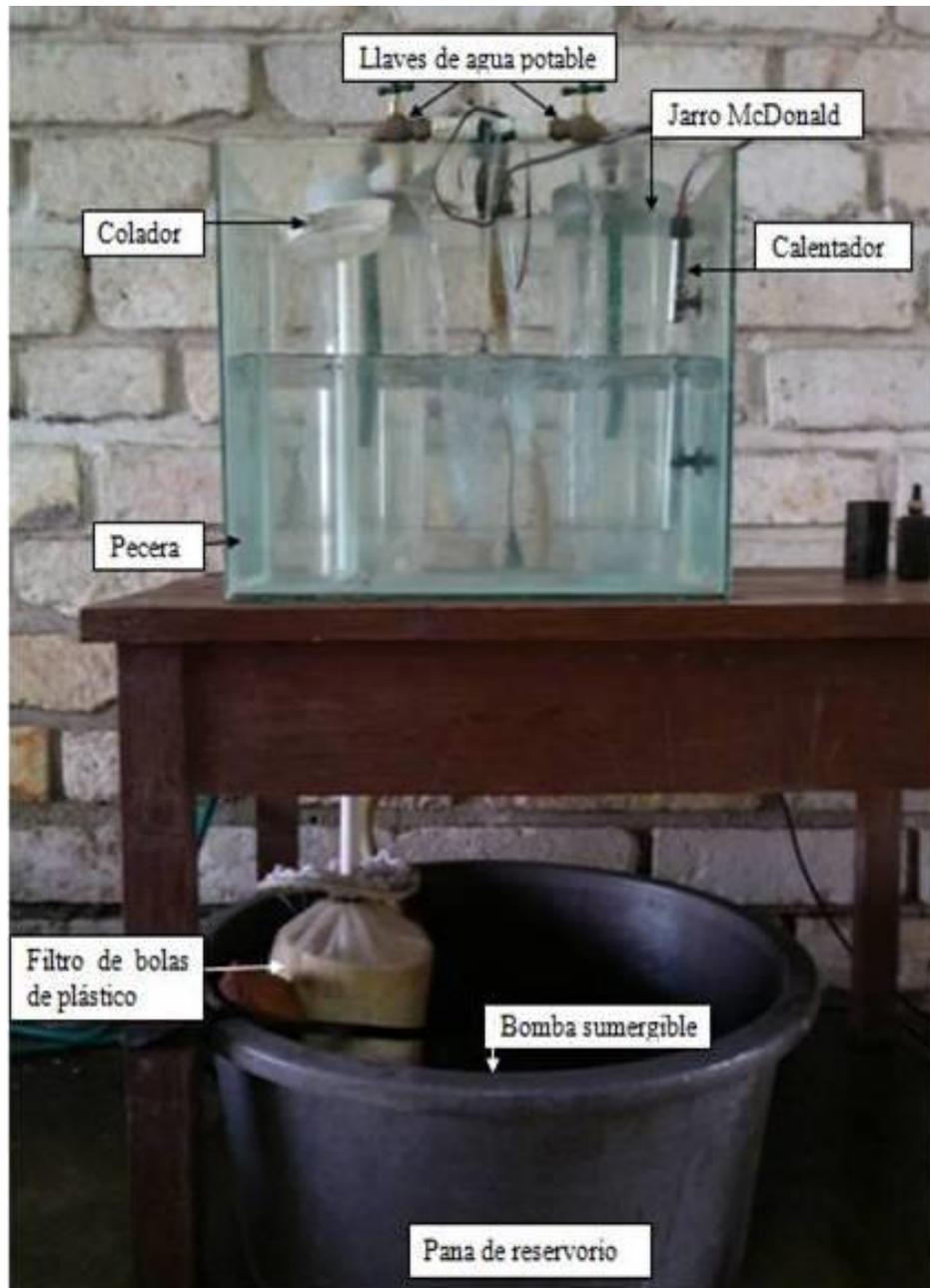


Figura 1. Descripción de materiales para la construcción de un sistema de incubación de huevos de tilapia en la EAP Zamorano.

El estudio consistió en la incubación de huevos de tilapia removidos semanalmente de la boca de hembras incubando. Se colocaron 30 hembras y 10 machos reproductores adultos en una pila con dimensiones de  $16.0 \times 2.5 \times 1.0$  m.

En el momento de la remoción, cada postura de huevos se dividió en dos partes  $\pm$  iguales, determinado visualmente en dos panas de plástico idénticas de 10 cm de alto  $\times$  30 cm de diámetro. Se tomó una fotografía de cada pana con los huevos para luego contarlos de forma precisa usando el programa “ImagenJ<sup>®</sup>.” La misma metodología se utilizó para enumerar las crías a los seis días finalizando el periodo de incubación.

Los huevos fueron depositados en cada jarro McDonald sin ningún tipo de aclimatación a las salinidades usadas en el ensayo. El primer y segundo día luego de la recolecta se realizó una succión y conteo de los huevos muertos en cada jarro.

Se realizó día por medio el monitoreo de la concentración de oxígeno en solución, temperatura, pH y salinidad del agua, como se detalla en el Cuadro 1. Se midió el caudal del agua una vez por semana. Se averiguó el precio de la sal rustica con personal administrativo de la EAP.

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos (0, 5000, 10000 y 15000 ppm de sal) y cuatro repeticiones en el tiempo. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias con el método de DUNCAN de la sobre vivencia de los peces, Los valores porcentuales fueron transformados por “Arcoseno” y una raíz cuadrada utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS<sup>®</sup> 9.1) con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ . Se realizó una regresión lineal y curva lineal entre el porcentaje de sobrevivencia de los huevos y la salinidad del agua usada para la incubación.

Cuadro 1. Detalles del monitoreo de la calidad del agua en el agua en jarros McDonald del sistema de incubación artificial para huevos de tilapia roja en la EAP, Honduras. Durante 77 días, periodo en el que se desarrolló todas las repeticiones de seis días de duración cada una del ensayo.

Factores de calidad del agua	Método o aparato	Frecuencia
Oxígeno (ppm)	YSI 55	Diario (a.m.)
Temperatura (° C)	YSI 55	Diario (a.m.)
pH	Indicador Fisher	Diario (a.m.)
Salinidad (ppm)	Hidrómetro	Día por medio (a.m.)
Caudal del H <sub>2</sub> O (L/h)	Recipiente graduado	Semanal

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el ensayo todos los parámetros de calidad del agua se mantuvieron en niveles aceptables para la incubación de huevos de tilapia roja (Cuadro 2). El rango de temperaturas recomendado para el desarrollo de la tilapia roja es de 26 a 28 °C, y para la tilapia del Nilo de 24 a 28 °C (Castelló Orway 1993). En varios momentos del ensayo actual se detectó temperaturas menores a las recomendadas (Figura 2).

El cuarto donde se desarrolló el ensayo no contaba con calefacción y el agua de la incubadora tampoco contaba con calentadores adecuados. Básicamente el trabajo de incubación se realizó con las temperaturas ambientales locales.

Las lecturas de la concentración de oxígeno en solución en el agua de la incubadora siempre se mantuvieron superiores a 6 mg/L (Cuadro 2; Figura 3). Se recomienda mantener el nivel de oxígeno en solución  $\geq 2$ mg /L para el buen desarrollo de tilapia (Boyd 1990). Cada incubadora contó con una difusora y conexión a un soplador para oxigenar continuamente el agua del sistema.

La salinidad del agua fue la variable que se manipuló en el ensayo. Se logró establecer y mantener las concentraciones de sal ( $\pm 1\%$ ) en el agua de las incubadoras acorde al objetivo planteado (Cuadro 2). Nunca fue necesario agregar sal adicional al agua de la incubadora para ajustar su concentración al nivel establecido.

En una serie de ensayos con la tilapia roja se encontró una mejor sobrevivencia de sus huevos incubados en agua a 5000 ppm de sal versus 18000 ppm. Los peces adultos pudieron reproducirse en agua con hasta 36000 ppm de sal. El porcentaje de eclosión y sobrevivencia de los huevos se reducían al aumentar la salinidad del agua (Watanabe *et al.* 1989).

Cuadro 2. Resultado del monitoreo de calidad del agua de dos sistemas de incubación artificial de huevos de tilapia, manejado con diferentes salinidades durante 60 días, EAP, Honduras.

Salinidad ppm	Temperatura (°C)				Oxígeno en solución (mg/L)				Sal (ppm)				Caudal (L/min)			
	Máx.	Min.	Prom.	n	Máx.	Min.	Prom.	n	Máx.	Min.	Prom.	n	Máx.	Min.	Prom.	n
0	30.1	25.7	27.1	23	7.2	6.0	6.7	19	0	0	0	18	4.9	3.5	4.1	11
5000	30.1	26.0	27.2	23	7.0	6.2	6.5	19	5200	4800	5000	18	4.7	3.9	4.3	4
10000	28.1	26.1	27.1	23	7.1	6.1	6.5	19	10100	9800	9900	18	4.4	3.1	3.6	3
15000	27.5	23.6	26.7	23	7.5	6.2	6.9	19	15100	14800	15000	18	4.5	3.0	3.8	4

n = Número de observaciones

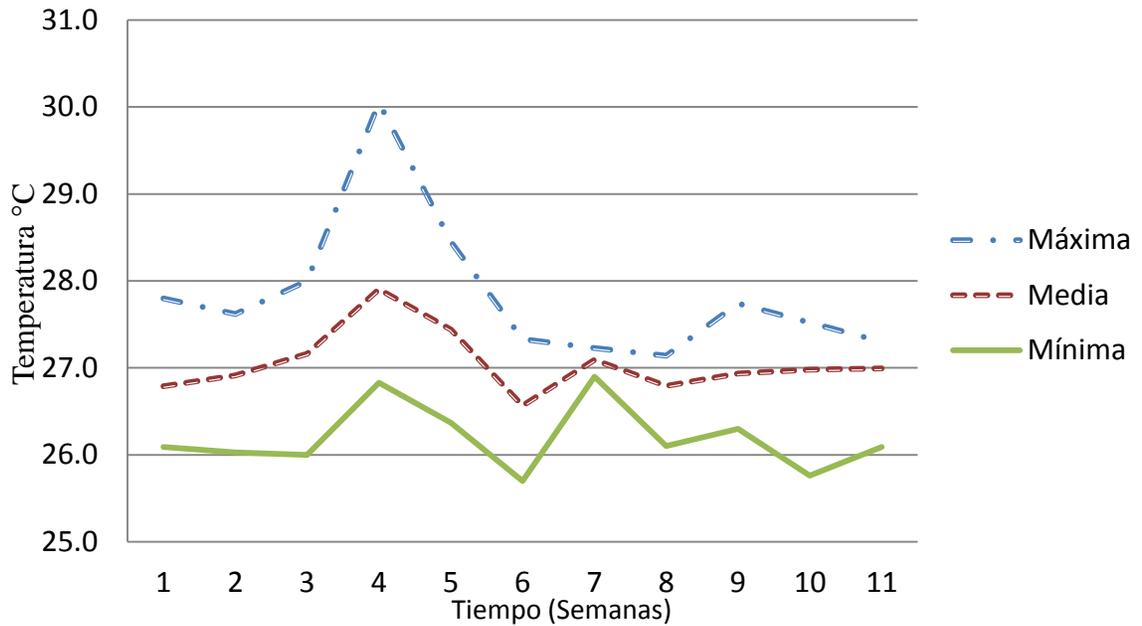


Figura 2. Temperatura del agua en jarros McDonald del sistema de incubación artificial para huevos de tilapia roja en la EAP, Honduras. Los datos son para 77 días, periodo en el que se desarrolló todas las repeticiones de seis días de duración cada una del ensayo.

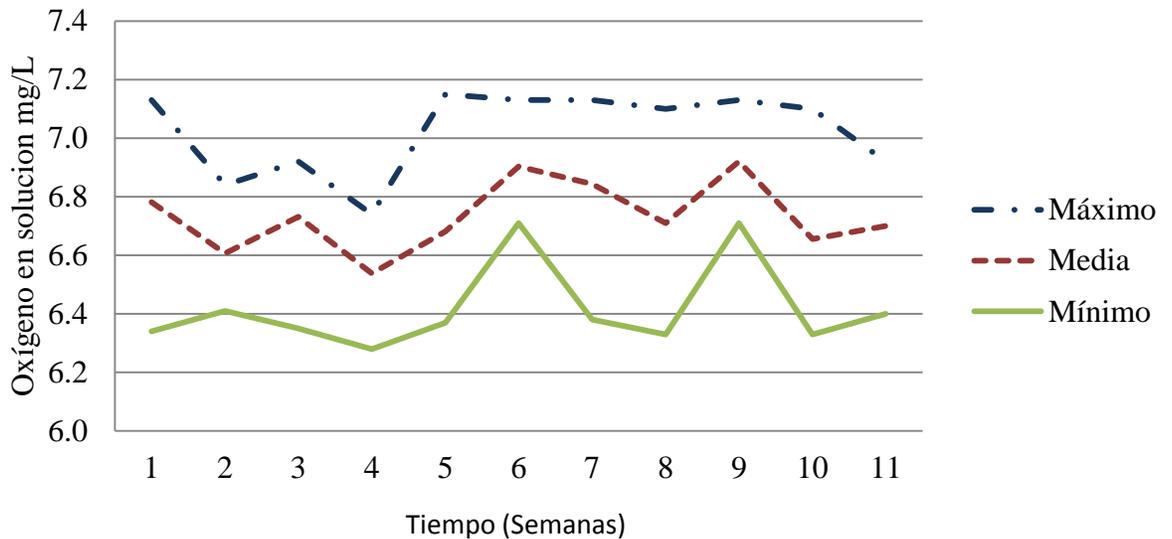


Figura 3. Concentración de oxígeno en solución en el agua en jarros McDonald del sistema de incubación artificial para huevos de tilapia roja en la EAP, Honduras. Los datos son para 77 días, periodo en el que se desarrolló todas las repeticiones de seis días de duración cada una del ensayo.

El caudal de agua en los jarros McDonald se manejó  $\leq 10\%$  durante los 60 días del ensayo (Cuadro 2). Con ese caudal se logro tener los huevos en movimiento continuo simulando la acción de la hembra en la incubación oral natural (Meyer y Triminio Meyer 2007). En un estudio comparando la incubación de huevos de tilapia en jarros McDonald y coladores de plástico no se informa del caudal de agua utilizado (Tush Choc 2008).

En todo el ensayo 102,627 huevos fueron incubados. Se sembró un promedio de 4276 huevos por jarro McDonald para iniciar cada proceso de incubación artificial. Como producto del ensayo se recolectó un total de 89,301 crías vivas de las incubadoras, obteniendo así una sobrevivencia global de 85.4%.

Utilizando jarros Mc Donald la sobrevivencia de huevos de tilapia roja incubados solamente en agua dulce llegó a  $> 90\%$  con el sistema de incubación de la EAP (Tush Choc 2008). Las larvas y alevines de tilapia roja toleraron una transferencia directa desde salinidades de 1500 hasta 19000 ppm (Perschbacher y Mcgeachin 1988).

Se detectó poca variación en la sobrevivencia de los huevos incubados en las diferentes repeticiones del ensayo (Cuadro 3). Hubo una diferencia significativa entre el porcentaje promedio de sobrevivencia de los huevos incubados en agua con diferente salinidad. La mejor sobrevivencia de los huevos se logró con 5000 ppm de sal, seguido por agua dulce y salinidades de 10,000 y 15,000 ppm.

La sal es un desinfectante que limita el desarrollo de varios tipos de microorganismos. La sal en el agua puede impedir la proliferación de bacterias y hongos acuáticos (Subasinghe and Sommerville).

La tilapia roja es descendiente de la tilapia de Java *O. mossambicus* oriundo de África Oriental. Este especie evolucionó en las aguas salobres de los ríos costeros de Mozambique y otras partes. Consecuentemente la tilapia roja tiene una amplia tolerancia a la salinidad del agua hasta 29000 ppm (Suresh and Kwei Lin 1992).

Cuadro 3. Sobrevivencia de huevos de tilapia roja incubados en agua con diferente salinidad en jarros McDonald, EAP, Honduras. Los resultados incluyen datos de 4 repeticiones (R) realizadas en el tiempo. Valores de la misma columna seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

ppm de sal	Porcentaje de sobrevivencia				Promedio $\pm$ D.E.	N
	R1	R2	R3	R4		
0	90.8	90.7	90.8	90.5	90.7 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	12
5000	95.8	93.2	94.9	94.2	94.5 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	4
10000	79.2	78.8	81.3	82.3	80.4 $\pm$ 1.7 <sup>c</sup>	4
15000	70.1	67.9	71.1	68.6	69.4 $\pm$ 1.4 <sup>d</sup>	4

D.E. = Desviación Estándar  
n = Número de observaciones

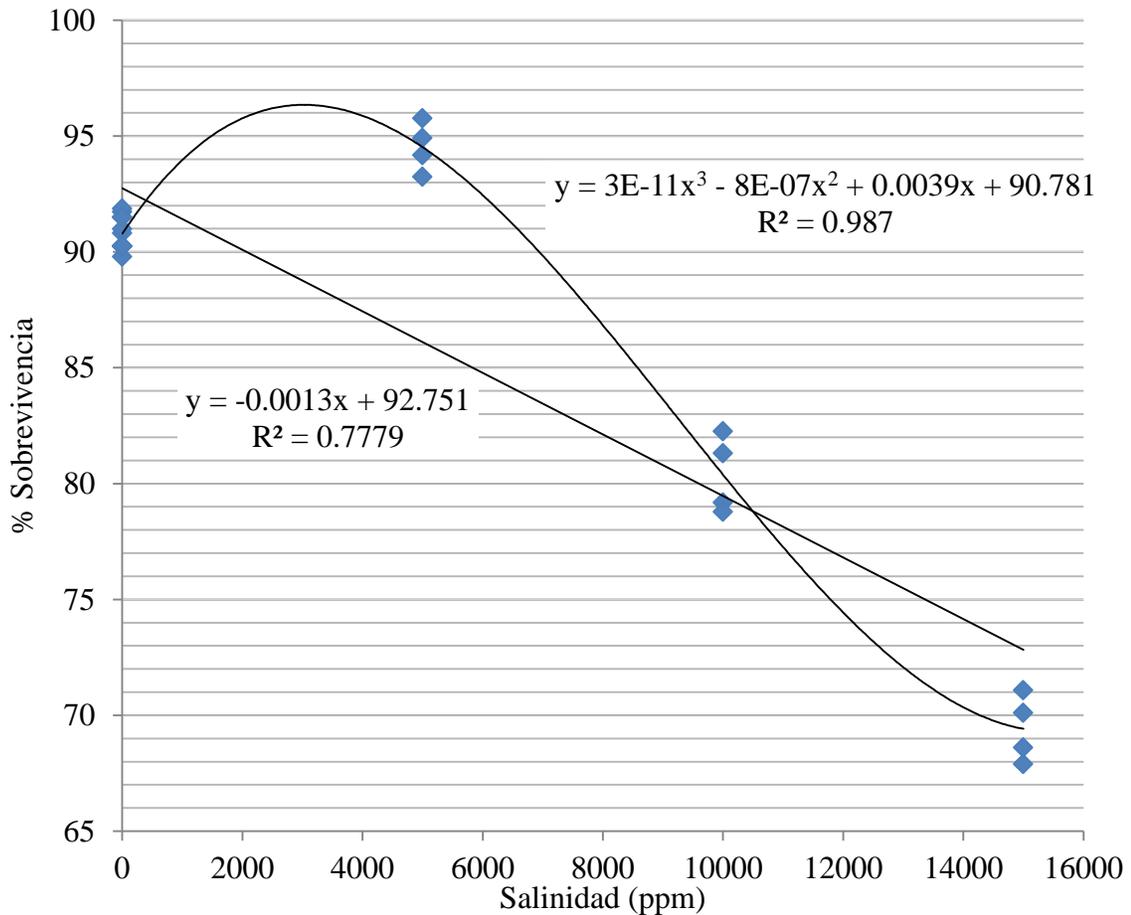


Figura 4. Regresión lineal y curva lineal entre la supervivencia de huevos de tilapia roja y la salinidad del agua usada para la incubación artificial en jarros de McDonald.

La regresión entre la supervivencia de los huevos y la salinidad del agua usada para su incubación muestra una relación indirecta o inversa. Hubo un mejor ajuste de los datos generados en el estudio con un modelo curva lineal comparado con la regresión lineal (Figura 4).

Localmente se compra sal rustica no yodada a un precio aproximado de USD 0.10/kg. Agregar sal al agua para establecer una concentración de 5000 ppm para usar en la incubación artificial de huevos de tilapia roja en la EAP significa un costo adicional estimado en USD 0.10 por ciclo.

El agua salina es corrosiva a los metales. Un sistema de incubación utilizando agua salina debería estar construido por componentes que resistan la acción corrosiva de la sal.

#### **4. CONCLUSIONES**

- La sobrevivencia general de los huevos incubados fue de 85.4%.
- La mejor sobrevivencia de los huevos se logró con 5000 ppm de sal, seguido por agua dulce y salinidades de 10,000 y 15,000 ppm.
- Agregar sal al agua para establecer una concentración de 5000 ppm para usar en la incubación artificial de huevos de tilapia roja en la EAP significa un costo adicional estimado en USD 0.10 por ciclo.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Utilizar concentraciones entre 0 y 5000 ppm de sal en el agua para la incubación artificial de los huevos de tilapia roja para lograr definir la mejor concentración.
- Utilizar materiales anticorrosivos en el sistema de incubación artificial de huevos de tilapia roja.

## 6. LITERATURA CITADA

Argue, B.J. and R.P. Phelps. 1996. Evaluation of techniques for producing hormone sex reversed *Oreochromis niloticus* fry. J. Aqua. Trop. 11:153-159.

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.

Castelló, F. 1993. Acuicultura Marina: Fundamentos Biológicos y Tecnología de la Producción. Universidad de Barcelona, Barcelona, España. 735 p.

FAO. 2010. State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 240 p.

García Capote, M.C. y S.J. Toledo Pérez. s.f. Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en América Latina y el Caribe. Centro de Preparación Acuícola Mamposton, Ministerio de la Industria Pesquera, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. 55 p.

Hernández Melgar, M.I. y L.M. Rivas Rodríguez. 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, Honduras. 19 p.

Meyer, D.E. y S. Triminio Meyer. 2007. Manual Práctico: Reproducción y Cría de Alevines de Tilapia. Programa de Colaboración en Apoyo a la Investigación en Acuicultura, Universidad Estatal de Oregon, Corvallis, Oregon, EE.UU. 51 p.

Perschbacher, P.W. and R.B. McGeachin. 1988. Salinity tolerances of red hybrid tilapia fry, juveniles and adults. Pages 415-419 in R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (eds.). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

Subasinghe, R.P. and C. Sommerville. 1985. Disinfection of *O. mossambicus* eggs against commonly occurring potentially pathogenic bacteria and fungi under artificial hatchery conditions. Aquacult. Fish. Manag. 16:121-127.

Suresh, A.V. and C. Kwei Lin. 1992. Tilapia culture in saline waters: a review. Aquaculture 106:201-226.

Tecún Díaz, Y.M. 2012. Evaluación de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua a 0, 10000, 20000 y 30000 ppm de sal en Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 19 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* 20:223-229