

**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***

**Mabel Iliana Hernández Melgar
Ludy Magdiela Rivas Rodríguez**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**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***

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

Presentado por:

**Mabel Iliana Hernández Melgar
Ludy Magdiela Rivas Rodríguez**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 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*

Presentado por:

Mabel Iliana Hernández Melgar
Ludy Magdiela Rivas Rodríguez

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

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*. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 14 p.

El objetivo de este estudio fue determinar los límites de tolerancia a la salinidad de 0, 5000, 10000, 15000, 20000, 25000, 30000 y 35000 ppm, en alevines de tilapia roja y del Nilo de uno y 30 días de edad. Se usaron dos protocolos (gradual y directo) para exponer los alevines a la salinidad, durante 60 minutos. Los peces fueron manejados en lotes de 50 alevines en recipientes de 2 L de capacidad colocados en un baño María con temperatura controlada y aireación continua. Se utilizó el análisis Proc Probit para estimar las concentraciones letales de sal necesarias para provocar la muerte del 50 y 99% de los alevines. En general, los alevines de tilapia roja y del Nilo de ambas edades y para ambos protocolos sobrevivieron hasta salinidades de 20000 ppm. La CL_{50} y CL_{99} general para todos los peces empleados en los dos protocolos fue de 26,183 y 32,692 ppm de sal. Los alevines de tilapia demostraron una mayor tolerancia a las salinidades utilizando el protocolo progresivo en comparación con el protocolo directo o de golpe. La CL_{50} para el protocolo progresivo en los alevines de tilapia del Nilo de un día de edad y de 30 días, fue superior en 9 y 3% en comparación con el protocolo de forma directa para ambas edades. Los alevines rojos de un día de edad mostraron una mejor tolerancia a la salinidad, comparado con los alevines rojos de 30 días. La CL_{50} para el protocolo progresivo en los alevines de tilapia roja de un día de edad fue 4% superior en comparación al protocolo directo; para los alevines rojos de 30 días, fue similar para los dos protocolos.

Palabras clave: Concentraciones letales, Honduras, peces eurihalinos, piscicultura.

CONTENIDO

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

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Peso y longitud promedio de los alevines de tilapia del Nilo y tilapia roja usados en los protocolos de tolerancia a la salinidad del agua en Zamorano, Honduras, 2012.	5
2. Concentración letal (CL) de sal, para 50 y 99 % de la población de alevines de la tilapia del Nilo de dos edades. Los peces fueron expuestos de manera gradual o directa a las diferentes concentraciones de sal de 0 a 35,000 ppm. Cada una de las tres repeticiones de cada protocolo se realizó con un lote de 50 peces. El tiempo de exposición fue de 60 minutos. Los valores de CL fueron obtenidos con el modelo estadístico Proc Probit (SAS 2009).	5
3. Concentración letal (CL) de sal, para 50 y 99 % de la población de alevines de la tilapia roja de dos edades. Los peces fueron expuestos de manera gradual o directa a las diferentes concentraciones de sal de 0 a 35,000 ppm. El tiempo de exposición fue de 60 minutos. Los valores de CL fueron obtenidos con el modelo estadístico Proc Probit (SAS 2009).	6
Figuras	Página
1. Sobrevivencia general de alevines de tilapia del Nilo y tilapia roja sometidos a diferentes salinidades del agua por períodos de 60 minutos en Zamorano, Honduras, 2012. Los datos son combinados para peces de dos edades (1 y 30 días) y dos metodologías (protocolos) empleadas de exponerlos a las diferentes salinidades (de manera gradual y directa).	8
2. Comparación de la sobrevivencia de alevines de la tilapia del Nilo y tilapia roja expuestos a diferentes salinidades del agua en Zamorano, Honduras, 2012. Los datos son combinados para alevines de 1 y 30 días de edad, para los dos protocolos transfiriendo los alevines gradualmente o de manera directa.	8
3. Comparación de la sobrevivencia general de alevines de tilapia, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012. Los datos presentados son para los alevines de tilapia del Nilo y roja, y de dos edades.	9
4. Comparación de la sobrevivencia de los alevines del Nilo de un día de edad expuestos a diferentes salinidades, utilizando dos protocolos para someterlos a	

diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012.....	10
5. Comparación de la sobrevivencia de los alevines del Nilo de 30 días de edad expuestos a diferentes salinidades, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012.....	10
6. Comparación de la sobrevivencia de los alevines de tilapia roja de un día de edad expuestos a diferentes salinidades, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012.	11
7. Comparación de la sobrevivencia de los alevines de tilapia roja de 30 días de edad expuestos a diferentes salinidades, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012.	11

1. INTRODUCCIÓN

En Latino América el cultivo de camarón de mar, salmón y tilapia, son industrias importantes. Esta actividad de producción animal tiene gran desarrollo en Ecuador, Chile, México, Honduras, Costa Rica, Colombia, Brasil y otros. Actualmente Chile es el mayor productor de especies acuícolas en las Américas (FAO 2010).

La tilapia, originaria de África, es una de las especies piscícolas más importantes en el mundo. Es un pez tropical de crecimiento rápido en aguas cálidas, resistente y robusto, que se adapta con facilidad a condiciones variables en su entorno. Por sus múltiples bondades, la tilapia ha sido utilizada ampliamente en programas de desarrollo rural (Merchán 2007).

La tilapia roja *Oreochromis* sp. es considerado como un pez eurihalino que tolera estar en agua salobre y de mar. La tilapia roja, por su color llamativo, tiene buena aceptación en muchos mercados. Es un híbrido algo nervioso, difícil de manejar y menos fecundo que los peces de líneas puras (Stickney 1986).

La tilapia roja es descendiente de algunos ejemplares de la tilapia de Java *O. mossambicus* que presentaron una mutación en la pigmentación de su piel. La coloración de la tilapia actual se obtuvo mediante la realización de cruzamientos posteriores con otras especies de tilapia, siempre con el objetivo de conservar la coloración rojiza (Tave *et al.* 1989).

La tilapia del Nilo *O. niloticus* es un pez tropical de agua dulce, con crecimiento rápido, fuerte y robusto. La *O. niloticus* es la especie de tilapia mas importante en la acuicultura mundial (FAO 2010).

En la acuicultura moderna es frecuente realizar transferencias de peces de un recipiente a otro. Estas transferencias exponen los peces a posibles cambios de temperatura y salinidad del agua, que pueden afectar su bienestar y salud (Stickney 1986).

El objetivo general del estudio fue evaluar 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*. Los objetivos específicos eran establecer las concentraciones letales de sal para el 50 y 99% de los alevines expuestos durante 60 minutos a salinidades de 0, 5000, 10000, 15000, 20000, 25000, 30000 y 35000 ppm.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, entre mayo y agosto de 2012. Zamorano está ubicado a 32 km de Tegucigalpa, tiene una temperatura promedio anual de 24° C, una precipitación promedio anual de 1100 mm y está a 800 msnm.

Unidades Experimentales. Los peces fueron expuestos al agua con las diferentes salinidades en 16 botellas de plástico de 2 L de capacidad cada una. El agua de cada botella recibió aireación artificial permanente por medio de un difusor de 10 cm de largo de sílice conectado a un soplador de 2.5 HP y una red de distribución de tubo de PVC de 2.5 cm de diámetro.

Para la realización de cada protocolo, las botellas estaban colocadas dentro de un tanque de fibra de vidrio (1.0 m de diámetro × 0.5 m de profundidad) llenado a una profundidad de 10 cm con agua potable. El agua del tanque se mantuvo alrededor de 27° C por medio de una resistencia de 300W. Así el tanque de fibra de vidrio funcionó como un baño María.

Preparación del agua. Se prepararon soluciones de 0, 5000, 10000, 15000, 20000, 25000, 30000 y 35000 ppm de sal rústica en agua potable en baldes con 15 L de capacidad. La sal rústica fue deshidratada en un horno (60° C × 12 h) para estimar su contenido de humedad previo a la preparación de las soluciones.

Se agregó 5 mg de tio-sulfato de sodio/L al agua potable para eliminar su contenido de cloro. Antes de añadir la sal al agua de los baldes se comprobó la ausencia de cloro por un método colorimétrico marca Aquachek®. Las soluciones fueron guardadas en los baldes tapados y rotulados para mantener el agua limpia, libre de contaminantes y evitar la evaporación. Previo a cada protocolo se comprobó la salinidad del agua con un hidrómetro. Para cada protocolo se usó 2 L de cada una de las soluciones.

Monitoreo de la calidad del agua. Se realizó el monitoreo de la calidad de agua midiendo la concentración de oxígeno disuelto y temperatura del agua con un aparato electrónico de la marca YSI, modelo 55. En cada protocolo se tomó lectura de la concentración de oxígeno disuelto y temperatura del agua cada hora

Alevines. Se utilizaron un total 5400 alevines de tilapia del Nilo y similar número de peces rojos. Los peces empleados en los protocolos eran de dos edades, alevines que estaban terminando el proceso de incubación artificial de aproximadamente un día de edad y peces saliendo de la fase de reversión sexual de aproximadamente 30 días de edad.

Previo a cada protocolo se pesó un lote de 50 individuos con una balanza de plataforma (marca Ohaus) y se midió la longitud de cada pez en mm con una regla plástica.

Los peces de un día de edad fueron extraídos del sistema de incubación para la realización de los protocolos. Los alevines de 30 días de edad se mantuvieron en ayuno durante aproximadamente 15 horas previo a cada protocolo.

Protocolos. Se realizaron dos protocolos para exponer los alevines a las diferentes salinidades. En el primer protocolo los alevines fueron expuestos gradualmente a las diferentes salinidades, comenzando en 0 hasta 35,000 ppm. Al finalizar el tiempo de exposición (60 minutos por salinidad) se hacía un conteo de los alevines muertos y con un pascón plástico se trasladaban los individuos sobrevivientes a la siguiente concentración. La realización de este protocolo tuvo una duración de aproximadamente ocho horas.

El segundo protocolo consistió en exponer los peces a las diferentes salinidades de manera directa. Los alevines fueron trasladados de agua a 0 ppm (agua dulce) directamente a cada una de las otras salinidades en lotes de 50 individuos. Se hicieron observaciones de sobrevivencia durante 60 minutos por cada salinidad. La realización de este protocolo tuvo una duración de aproximadamente cuatro horas.

Análisis Estadístico. Se utilizó el programa Proc Probit (SAS) para calcular las dosis o concentración letal para el 50 y 99% de la población de los alevines de las dos edades y de las dos líneas de tilapia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del agua. El rango de temperaturas recomendado para el desarrollo de la tilapia es de 23 a 30° C en agua con salinidades de 0.0 hasta 3.5% (Stickney 1986). Las necesidades de temperatura 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).

Durante el estudio la temperatura máxima del agua observada fue de 28.0° C, la mínima fue de 27.2° C, con un promedio de $27.5 \pm 0.05^\circ \text{C}$. El uso del baño María ayudó a reducir las variaciones en la temperatura del agua.

La concentración de O₂ en el agua siempre se mantuvo mayor a 4 mg/L. El sistema de aireación con el soplador ayudó en mantener niveles adecuado de O₂ en el agua durante todo el estudio. La concentración máxima de oxígeno observada fue de 6.12 mg/L, la mínima fue de 4.57 mg/L y el promedio fue de $5.25 \text{ mg/L} \pm 0.18$. El nivel mínimo recomendado de OD en el agua para tilapia es de 2.0 ppm (Boyd 1990).

En los protocolos con los peces de un día de edad no se observó acumulación de heces en el agua de las botellas. Si hubo acumulación de heces en el agua de las botellas con los peces de 30 días de edad. Eso a pesar de que los peces de 30 días se mantuvieron en un proceso de ayuno aproximadamente de 15 horas, previo a cada protocolo.

Peso y longitud de los alevines. Hubo uniformidad en cuanto al peso y tamaño promedio para los peces de un día de edad y de ambas líneas de tilapia (Cuadro 1) empleados en los dos protocolos. Los peces de un día de edad se adquirieron del sistema de incubación artificial, del cuarto húmedo del Laboratorio de Acuicultura. En este sistema los peces son monitoreados y observados diariamente y manejados con temperatura controlada.

Para los peces de 30 días hubo uniformidad en cuanto al peso, sin embargo los alevines rojos presentaron mayor longitud comparados con los del Nilo. Estos alevines provenían de diferentes pilas de concreto expuestas a la intemperie en las cuales pasaron por su etapa de reversión sexual. La temperatura del agua de estas pilas, que no es controlada artificialmente, varía según las condiciones del tiempo y del clima en Zamorano.

El manejo usual de estas pilas es sembrar los alevines a densidades de 1000 a 2000/m³ (Meyer 2008). La densidad de siembra afecta indirectamente a la tasa de crecimiento de la tilapia (Green 1990).

Cuadro 1. Peso y longitud promedio de los alevines de tilapia del Nilo y tilapia roja usados en los protocolos de tolerancia a la salinidad del agua en Zamorano, Honduras, 2012.

Alevines	Edad	Peso (g) Media $\pm$ D.E. [¶]	Longitud (mm) Media $\pm$ D.E. [¶]
Nilo	1	0.02 $\pm$ 0.01	8.2 $\pm$ 0.7
	30	0.11 $\pm$ 0.01	19.4 $\pm$ 2.0
Rojos	1	0.02 $\pm$ 0.01	6.8 $\pm$ 0.8
	30	0.19 $\pm$ 0.01	20.9 $\pm$ 3.6

[¶]Desviación Estándar

Las estimaciones del análisis Proc Probit de las concentraciones letales de sal para 50 y 99% de los alevines se presentan en los Cuadros 2 y 3. Los alevines de la tilapia del Nilo y rojos presentaron diferentes concentraciones letales (CL), bajo las condiciones de los dos protocolos.

Cuadro 2. Concentración letal (CL) de sal, para 50 y 99 % de la población de alevines de la tilapia del Nilo de dos edades. Los peces fueron expuestos de manera gradual o directa a las diferentes concentraciones de sal de 0 a 35,000 ppm. Cada una de las tres repeticiones de cada protocolo se realizó con un lote de 50 peces. El tiempo de exposición fue de 60 minutos. Los valores de CL fueron obtenidos con el modelo estadístico Proc Probit (SAS 2009).

Tilapia	Protocolo	Edad (días)	CL ₅₀ [¶]	CL ₉₉ [¶]
Alevines del Nilo	Gradual	1	25970	27258
		30	26958	31168
		Prom. ^Ω	26464	29213
	Directo	1	23567	26919
		30	22405	29548
		Prom. ^Ω	22986	28233
		Prom. General. ^Ω	24725	28723

[¶]Concentración Letal 50 y 99 %

^Ω Promedio

Cuadro 3. Concentración letal (CL) de sal, para 50 y 99 % de la población de alevines de la tilapia roja de dos edades. Los peces fueron expuestos de manera gradual o directa a las diferentes concentraciones de sal de 0 a 35,000 ppm. El tiempo de exposición fue de 60 minutos. Los valores de CL fueron obtenidos con el modelo estadístico Proc Probit (SAS 2009).

Tilapia	Protocolo	Edad (días)	CL ₅₀ [¶]	CL ₉₉ [¶]
Alevines rojos	Gradual	1	31090	42458
		30	24808	33334
		Prom. ^Ω	27949	37896
	Directo	1	29864	38435
		30	24798	32416
		Prom. ^Ω	27331	35425
		Prom. General ^Ω	27640	36661

[¶] Concentración Letal 50 y 99 %

^Ω Promedio

La CL₉₉ general para todos los peces empleados en los protocolos fue de 32,692 ppm de sal. Combinando los datos para alevines de las dos edades y los dos protocolos, la CL₉₉ para los alevines rojos fue 22% superior al valor para los alevines de tilapia del Nilo (Cuadro 2 y 3). Estos resultados concuerden con las tolerancias encontradas por Suresh y Lin (1992) para diferentes especies de tilapia y exponiendo los peces a las diferentes salinidades de manera gradual y directa.

Combinando los resultados para las dos líneas de tilapia y los alevines de las dos edades, el promedio de la CL₉₉ fue de 33,555 y 31,829 ppm de sal, para el protocolo gradual y directo, respectivamente. Según los resultados del actual estudio, al pasar los peces de manera gradual a las diferentes salinidades mejoró en un 5% su tolerancia, en comparación a moverlos directamente.

Según Suresh y Lin (1992) el límite de tolerancia transfiriendo los peces de manera directa es de 27,000 a 29,000 ppm de sal para tilapia roja y 18,000 ppm para la tilapia del Nilo. Transfiriendo gradualmente los peces de agua dulce a salinidades cada vez mayores, ellos reportaron un considerable aumento de la capacidad de la tilapia de tolerar sal en el agua.

Para los alevines de la tilapia del Nilo de un día de edad la CL₉₉ fue similar al mover los peces gradualmente o de manera directa entre las diferentes salinidades (Cuadro 3). La CL₉₉ fue 9% mayor pasando los alevines de tilapia del Nilo de 30 días de edad de manera gradual, en comparación con la transferencia de forma directa. Suresh y Lin (1992) reportaron que la tilapia del Nilo mejora su tolerancia de 18,000 al colocarlos de manera directa, a 36000 ppm de sal, al transferir los peces gradualmente.

Para los alevines rojos de un día o 30 días de edad la CL_{99} fue 9 y 3% mayores para el protocolo progresivo comparado con el protocolo directo (Cuadro 3). Estos resultados son similares a los obtenidos por Suresh y Lin (1992). La salinidad letal estimada a las 96 horas de exposición para alevines de 25 a 30 días de edad de la tilapia roja floridiana fue de 25,800 ppm (Watanabe *et al.* 2006).

Las CL_{50} para cada prueba son presentadas gráficamente en las siguientes figuras. En general los peces sobrevivieron hasta llegar a salinidades arriba de 20,000 ppm en el agua, con una CL_{50} de 26,183 ppm de sal (Figura 1). Según Chervinski (1961) muchas de las especies de tilapia (*Tilapia spp.*) son eurihalinas.

En general la sobrevivencia de la tilapia del Nilo fue similar con la tilapia roja hasta llegar a la salinidad de 20,000 ppm (Figura 2). Los peces rojos mostraron una mayor tolerancia, con una CL_{50} superior en 11%, comparado con los alevines del Nilo (Cuadro 2 y 3).

La tilapia roja tiene una alta tolerancia por las aguas salinas y aparentan ser buenos candidatos para sistemas de cultivo en agua de mar y salobre. Su cultivo parece factible en salinidades hasta al menos 18,000 ppm (Stickney 1986). La tilapia roja es considerada como un pez eurihalino con una mayor tolerancia a las altas concentraciones de sal en el agua que la tilapia del Nilo (Chervinski 1961; Stickney 1986; Suresh y Lin 1992; Watanabe *et al.* 2006).

La CL_{50} para el protocolo gradual (Figura 3) fue superior en un 8% en comparación al protocolo directo. La transferencia de los alevines gradualmente entre las diferentes salinidades probablemente les permitió aclimatarse y tolerar salinidades superiores, que los transferidos de forma directa. Usando protocolos similares, Suresh y Lin (1992) encontraron mayores diferencias entre transferir los peces de manera gradual o hacerlo directamente.

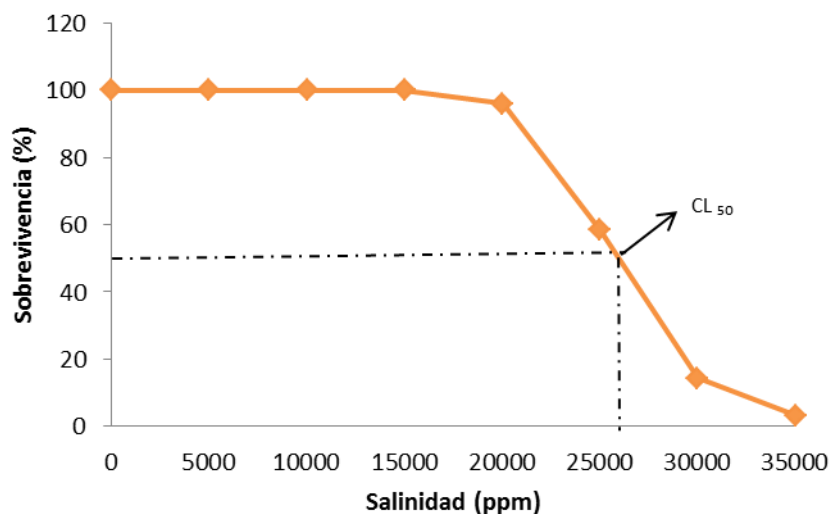


Figura 1. Sobrevivencia general de alevines de tilapia del Nilo y tilapia roja sometidos a diferentes salinidades del agua por períodos de 60 minutos en Zamorano, Honduras, 2012. Los datos son combinados para peces de dos edades (1 y 30 días) y dos metodologías (protocolos) empleadas de exponerlos a las diferentes salinidades (de manera gradual y directa).

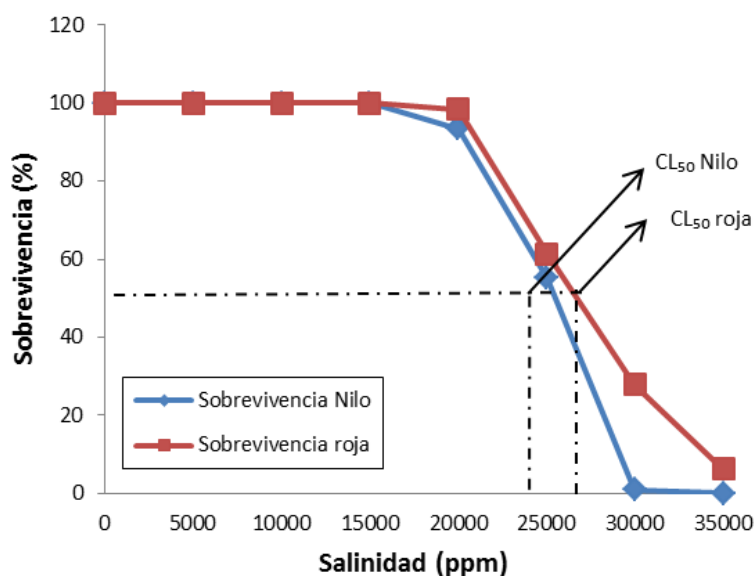


Figura 2. Comparación de la sobrevivencia de alevines de la tilapia del Nilo y tilapia roja expuestos a diferentes salinidades del agua en Zamorano, Honduras, 2012. Los datos son combinados para alevines de 1 y 30 días de edad, para los dos protocolos transfiriendo los alevines gradualmente o de manera directa.

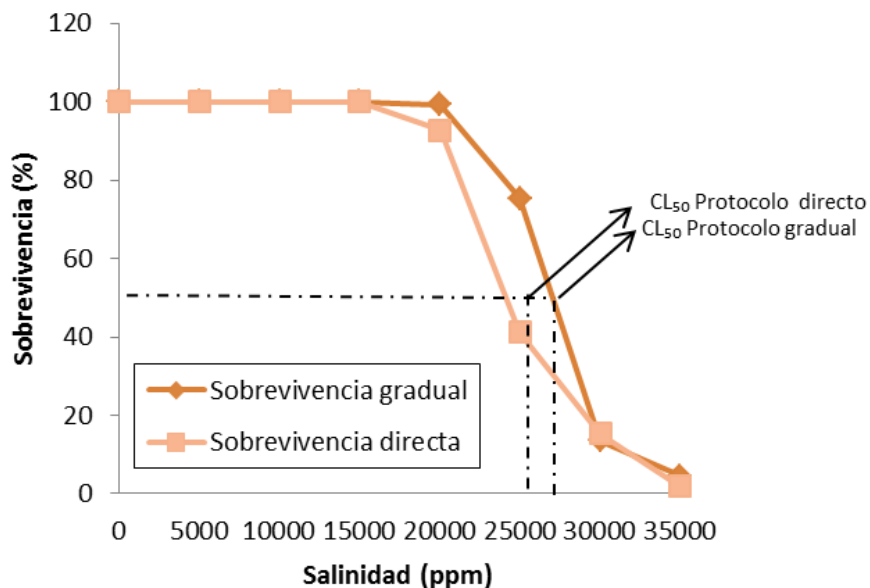


Figura 3. Comparación de la sobrevivencia general de alevines de tilapia, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012. Los datos presentados son para los alevines de tilapia del Nilo y roja, y de dos edades.

La CL_{50} para el protocolo gradual en los alevines de tilapia del Nilo de un día de edad (Figura 4) y de 30 días (Figura 5), fue superior en 9 y 3% en comparación con el protocolo de forma directa para ambas edades (Figura 4 y 5). Los resultados obtenidos concuerdan con las recomendaciones de aclimatar los peces a diferentes salinidades al momento de realizar la transferencia para una siembra (Meyer 2008).

La CL_{50} para el protocolo gradual con los alevines de tilapia roja de un día de edad (Figura 6) fue 4% superior en comparación al protocolo directo. Suresh y Lin (1992) concluyeron que la tilapia roja mejora su tolerancia de 28,000 ppm al colocarlos de manera directa, a 35000 ppm de salinidad al transferir los peces gradualmente.

La CL_{50} para los alevines de tilapia roja de 30 días de edad (Figura 7) fue similar para ambos protocolos. Esto demuestra que la tilapia roja tiene una elevada tolerancia a las aguas salinas, salobres y de mar. (Stickney 1986).

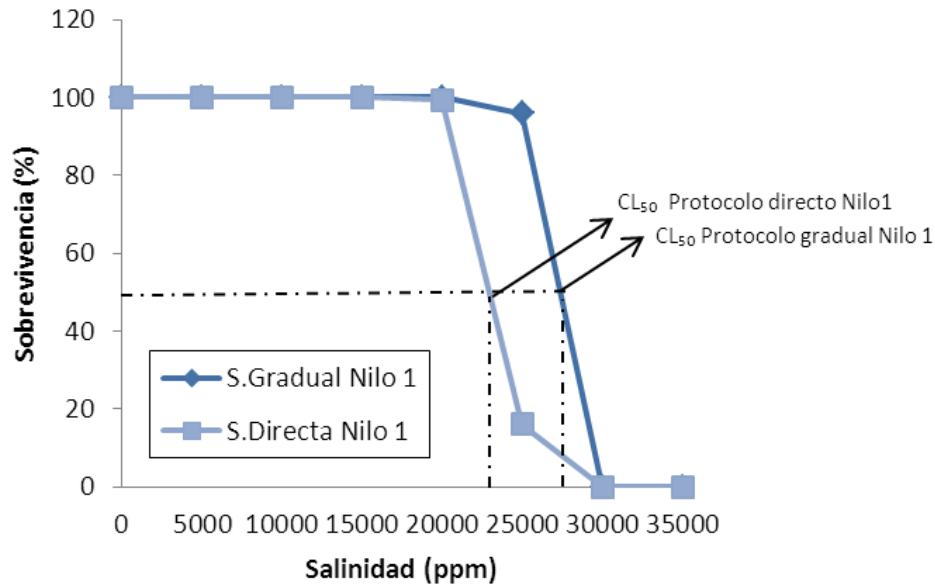


Figura 4. Comparación de la sobrevivencia de los alevines del Nilo de un día de edad expuestos a diferentes salinidades, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012.

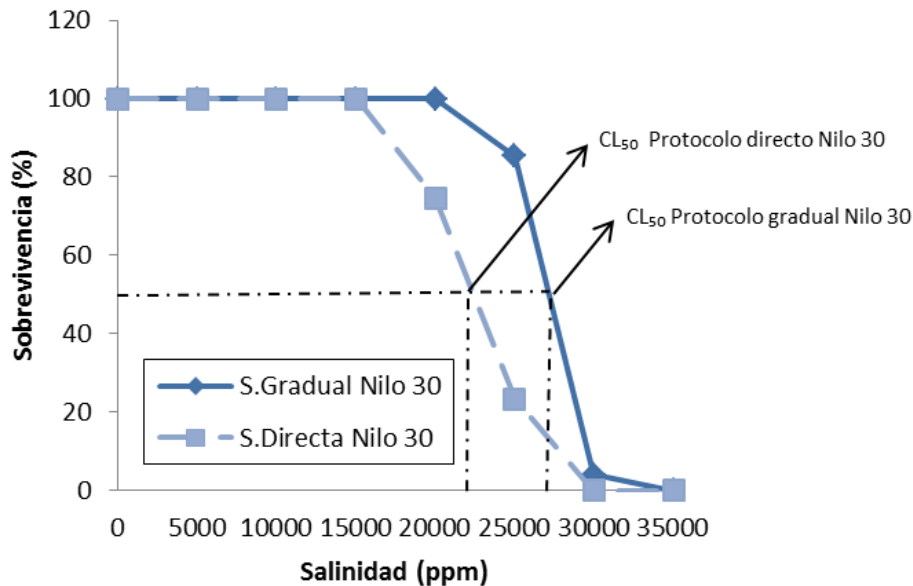


Figura 5. Comparación de la sobrevivencia de los alevines del Nilo de 30 días de edad expuestos a diferentes salinidades, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012.

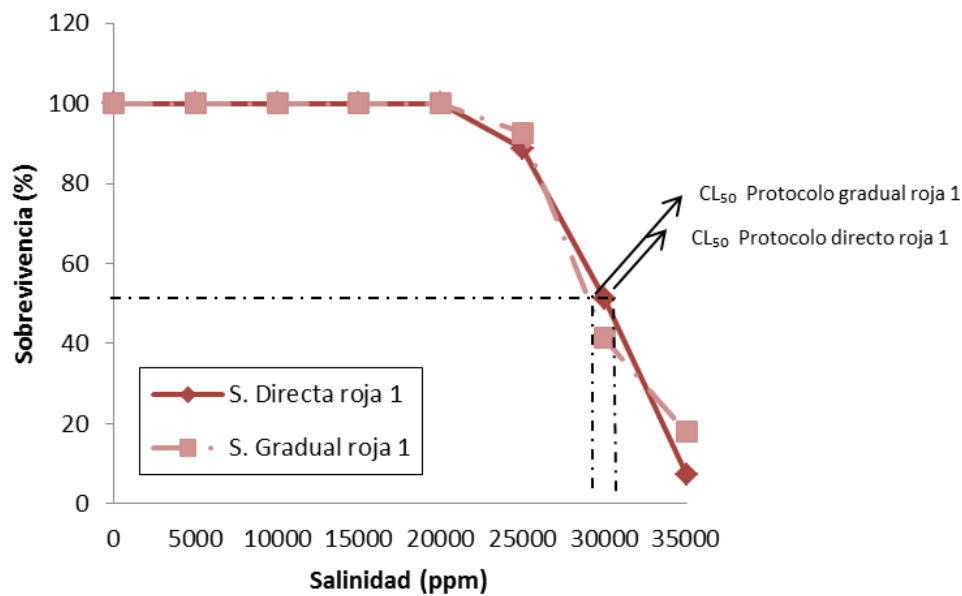


Figura 6. Comparación de la sobrevivencia de los alevines de tilapia roja de un día de edad expuestos a diferentes salinidades, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012.

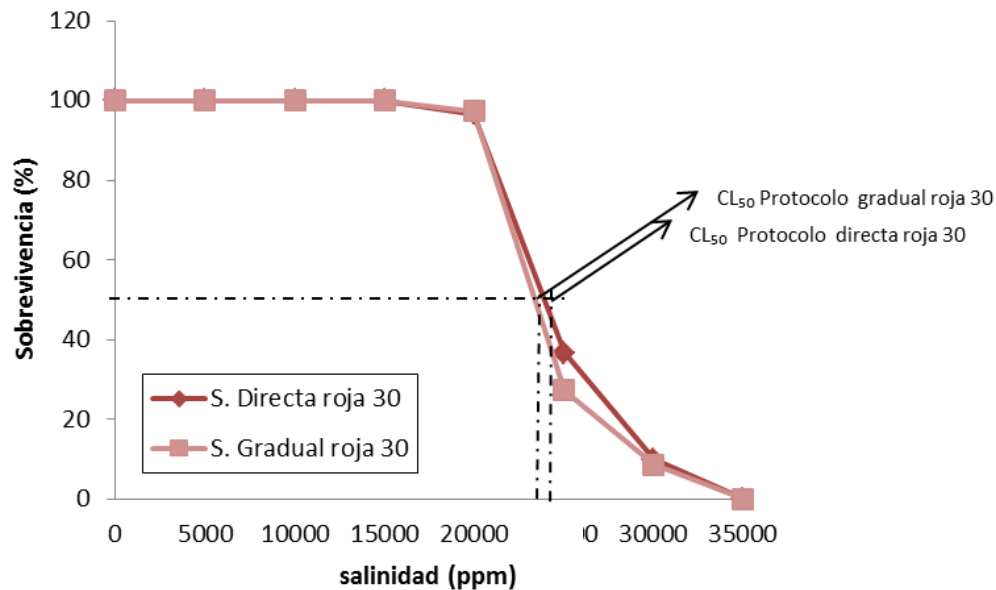


Figura 7. Comparación de la sobrevivencia de los alevines de tilapia roja de 30 días de edad expuestos a diferentes salinidades, utilizando dos protocolos para someterlos a diferentes concentraciones de sal en el agua, transfiriéndolos gradualmente y de manera directa, en Zamorano, Honduras, 2012.

4. CONCLUSIONES

- En general los alevines de tilapia roja y Nilo de ambas edades y para ambos protocolos sobrevivieron hasta 20,000 ppm de salinidad.
- La CL_{50} y CL_{99} para todos los peces empleados en el ensayo fueron de 26,183 y 32,692 ppm de sal para el protocolo gradual y directo, respectivamente.
- Los alevines de tilapia demostraron una mayor tolerancia a las salinidades utilizando el protocolo progresivo en comparación con el protocolo directo o de golpe.
- Los alevines rojos de un día de edad mostraron una mejor tolerancia a la salinidad, comparado con los alevines rojos de 30 días.
- La CL_{50} para los alevines de tilapia roja de uno y 30 días de edad fue similar comparando los resultados de ambos protocolos.

5. RECOMENDACIONES

- Someter alevines de diferentes etapas de desarrollo a las diferentes salinidades y protocolos para comprobar si el tamaño del pez influye en su tolerancia.
- Prolongar el tiempo de exposición de los alevines a las salinidades para observar posibles efectos crónicos.
- Utilizar los resultados del estudio para ofrecer recomendaciones para las aclimataciones de alevines de tilapia en agua salobre salada.

6. LITERATURA CITADA

Boyd. C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. 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.

Cherwinski, J. 1961. Study of the growth of *Tilapia galilee* (Artemi) in various saline conditions. *Bamidgeh* 13: 71-74.

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

Merchán Valdivieso, J.P. 2007. Reproducción de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) a salinidades de 2000, 17000 y 32000 ppm. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13 p.

Meyer, D.E. 2008. Introducción a la Acuicultura. Publicado por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 159 p.

Popma, T. J. and B.W. Green. 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Research Development Series No. 35, Auburn University, Alabama, USA.

Stickney, R.R. 1986. Tilapia tolerance of saline waters: A review. *Progressive Fish-Culturist*. 48: 161-165.

Tave, D., M. Rezk and R.O. Smitherman. 1989. Gold-colored tilapia now possible. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. *Highlights of Agricultural Research* 36(1).

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

Watanabe, W.O., K. Fitzsimmons and Y. Yi. 2006. Farming Tilapia in Saline Waters, pages 347- 427. In: C. Lim and C. D. Webster (editors). *Tilapia: Biology, Culture and Nutrition*. Food Products Press, The Haworth Press, New York, USA.