

**Tolerancia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y  
tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* a cambios de  
salinidad sin previa adaptación.**

**Pablo Andrés Manosalvas Moreira**

**Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2007**



**ZAMORANO**  
**Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Tolerancia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* a cambios de salinidad sin previa adaptación.**

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

Presentado por:

**Pablo Andrés Manosalvas Moreira**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Pablo Andrés Manosalvas Moreira

**Honduras**  
Diciembre, 2007

**Tolerancia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* a cambios de salinidad sin previa adaptación.**

Presentado por:

Pablo Andrés Manosalvas Moreira

Aprobado:

---

Daniel Meyer, Ph.D.  
Asesor principal

---

Miguel Vélez, Ph.D.,  
Director Carrera 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

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiar mis pasos.

A mi Madre, por su amor incondicional y apoyo siendo mi inspiración para sobresalir en la vida.

A mi Padre por ser la piedra angular que sustenta mi fortaleza, inculcando valores basados en hechos, por brindarme la oportunidad de estudiar y desarrollarme como profesional.

A mis hermanas, por ser la razón para continuar luchando.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Daniel Meyer, al Ing. Claudio Castillo y por su apoyo y los conocimientos brindados.

A Rosa y Juan que estuvieron siempre presentes en el desarrollo de mi proyecto de graduación.

A Mónica, Fernanda, Maria Belén, Gabriela, Paulina, Francisco, Roberto y Ronald, que fueron amigos y hermanos durante estos cuatro años de aventuras. Por su incondicional amistad.

A todos aquellos amigos de infancia que jamás dudaron de mí: Andrés, Anthony, Francisco, Javier, Max, Verónica y Silvia.

A mi mejor amiga y hermana Vanesa por ser esa persona que jamás me ha fallado y ha estado en las buenas y en las malas.

## RESUMEN

Manosalvas, Pablo. 2007. Tolerancia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* a cambios de salinidad sin previa adaptación. Proyecto Especial Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 18 p.

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) son especies eurihalinas que toleran una amplia variación de salinidad del agua. En la acuicultura moderna es frecuente realizar transferencias de los animales de un recipiente a otro exponiéndolos a cambios de temperatura y salinidad del agua. Se evaluó la sobrevivencia de pos-larvas de camarón blanco, y de peces-larva y alevines de tilapia del Nilo, a nueve concentraciones de sal en el agua (0, 10,000, 20,000, 30,000, 40,000, 50,000, 60,000, 70,000, 80,000 ppm) durante 96 horas de exposición sin pasar por un proceso de adaptación. Las larvas de camarón toleraron el cambio brusco de 20,000 a 10,000 ppm de salinidad, pero no sobrevivieron al ser trasladadas a agua con 0 ppm ni a 30,000 ppm o más. Las larvas y alevines de tilapia toleraron el cambio brusco de agua dulce a agua con 10,000 ppm de sal. Tanto los peces-larva como los alevines murieron al ser trasladados desde agua dulce a agua con una concentración mayor de 10,000 ppm de sal.

**Palabras clave:** Salinidad, sobrevivencia, *Litopenaeus vannamei*, *Oreochromis niloticus*

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	v
Autoria.....	ii
CONCLUSIONES.....	19
CONTENIDO.....	vii
Cuadro 1. Número de sobrevivientes de 60 Pls-15 de camarón blanco ( <i>L. vannamei</i> ) en cuatro replicas a nueve concentraciones de salinidad manejadas sin previa aclimatación desde agua a 20,000 ppm.....	16
Cuadro 2. Número de sobrevivientes de 80 de peces-larva de 12 días post-eclosión ( <i>O. niloticus</i> ) con peso promedio 0.05 g aproximadamente sembrados en cuatro réplicas a nueve concentraciones de sal, transferidos sin previa aclimatación desde .....	17
Cuadro 3. Numero de sobrevivientes de 80 alevines de tilapia del Nilo ( <i>O. niloticus</i> ) con peso aproximado de 0.3 a 0.4 g en cuatro replicas a nueve concentraciones de sal, transferidos sin previa aclimatación desde agua dulce.....	17
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	xi
LITERATURA CITADA.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Página de firmas.....	iii
Portadilla.....	i
RECOMENDACIONES.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
RESUMEN.....	vi

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Tolerancia del camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> y tilapia del Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> a cambios de salinidad sin previa adaptación.....	i
<a href="#"><u>Portadilla.....</u></a>	<a href="#"><u>i</u></a>
Tolerancia del camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> y tilapia del Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> a cambios de salinidad sin previa adaptación. ....	i
<a href="#"><u>Autoría.....</u></a>	<a href="#"><u>ii</u></a>
Tolerancia del camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> y tilapia del Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> a cambios de salinidad sin previa adaptación.....	iii
<a href="#"><u>Página de firmas.....</u></a>	<a href="#"><u>iii</u></a>
Manosalvas, Pablo. 2007. Tolerancia del camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> y tilapia del Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> a cambios de salinidad sin previa adaptación. Proyecto Especial Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 18 p.....	vi
El camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) y la tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) son especies eurihalinas que toleran una amplia variación de salinidad del agua. En la acuicultura moderna es frecuente realizar transferencias de los animales de un recipiente a otro exponiéndolos a cambios de temperatura y salinidad del agua. Se evaluó la sobrevivencia de pos-larvas de camarón blanco, y de peces-larva y alevines de tilapia del Nilo, a nueve concentraciones de sal en el agua (0, 10,000, 20,000, 30,000, 40,000, 50,000, 60,000, 70,000, 80,000 ppm) durante 96 horas de exposición sin pasar por un proceso de adaptación. Las larvas de camarón toleraron el cambio brusco de 20,000 a 10,000 ppm de salinidad, pero no sobrevivieron al ser trasladadas a agua con 0 ppm ni a 30,000 ppm o más. Las larvas y alevines de tilapia toleraron el cambio brusco de agua dulce a agua con 10,000 ppm de sal. Tanto los peces-larva como los alevines murieron al ser trasladados desde agua dulce a agua con una concentración mayor de 10,000 ppm de sal. ....	vi
<a href="#"><u>C.....</u></a>	<a href="#"><u>vii</u></a>
Honduras cuenta con proyectos piscícolas comerciales de mediana y pequeña escala. La actividad genera aproximadamente 17,000 empleos directos que benefician a unas 50,000 familias (Anónimo 2007b).....	xi
La industria de la producción de tilapia es limitada frecuentemente por la disponibilidad de agua dulce para la producción. La tolerancia a la salinidad de esta especie sugiere que puede ser cultivada en aguas salobres o marinas permitiendo su explotación en áreas tropicales costeras (Watanabe et al. 1997).....	xii
El objetivo de este estudio fue evaluar la tolerancia de pos-larvas de camarón blanco, y de peces-larvas y alevines de tilapia del Nilo, a cambios de salinidad en el agua durante 96 horas de exposición sin pasar por un proceso de adaptación. ....	xii
Animales. Se obtuvo un lote de 10,000 pos-larvas de camarón de quince días de eclosión (Pls-15) de un laboratorio especializado (Larvicultura Granjas Marinas) localizado en Delgaditos, Choluteca, Honduras. Fueron transportados desde Choluteca	

a Zamorano en bolsas plásticas (0.60 m x 0.60 m) y llenadas con agua a 20,000 ppm de salinidad. En Zamorano fueron trasferidos a un tanque de fibra de vidrio (1.0 m de diámetro x 0.60 m de altura) con agua a la misma salinidad y con aireación continua.	13
Se realizaron dos ensayos con la tilapia del Nilo. Para el primero se utilizaron 720 peces-larvas de 12 días post-eclosión, con peso promedio 0.05 g y sin presencia de saco vitelino. Para el segundo ensayo se utilizaron 720 alevines machos de 0.3 a 0.4 g. Ambos lotes eran provenientes de las líneas de peces manejados en agua dulce en la EAP.	13
Calidad y preparación del agua. Se preparó una solución madre de 80,000 ppm de agua con sal, agregando 6.72 kg de sal rústica a 80 L de agua potable de clorinada (pH 6). Se mantuvo la solución madre con aireación continua colocando una difusora de 10 cm de largo conectada a un soplador de 2.5 hp.	13
La solución madre fue diluida con agua de clorinada hasta obtener 16 L de cada una de las concentraciones deseadas para cada prueba: 70,000, 60,000, 50,000, 40,000, 30,000, 20,000, 10,000 y 0 ppm. Se verificó la salinidad del agua en las bolsas con un hidrómetro previo a la siembra de los animales.	13
Para la prueba con los camarones se preparó un tanque de fibra de vidrio de 1.0 x 0.6 m con agua mantenida a 26°C por dos calentadores eléctricos de 1,000 W cada uno. Para las pruebas con tilapia no se utilizó calentadores del agua.	13
Unidades experimentales. Cada ensayo se realizó en 36 bolsas de plástico (50 cm x 25 cm) cada una llenada con cuatro litros de agua preparada y 4 L de oxígeno puro de un cilindro. Para el ensayo de camarón se utilizó un total de 15 pos-larvas por unidad experimental (bolsa plástica). Para los ensayos con tilapia del Nilo se utilizaron 20 peces-larvas y 20 alevines por unidad experimental.	13
Alimento. Se agregó 0.1 g de Artemia sp. congelada antes de sellar cada bolsa conteniendo las pos-larvas de camarón y agua preparada. Cada bolsa preparada con peces-larvas o alevines de tilapia recibió 0.01 o 0.7 g de alimento concentrado (32% de proteína cruda), respectivamente.	14
VARIABLES. Cada unidad experimental fue revisada cada 12 horas para determinar el número de animales vivos y muertos. Los individuos que no presentaron ningún movimiento de su cuerpo o apéndices se tomaron como muertos.	14
Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) para cada ensayo con nueve tratamientos (salinidades) y cuatro réplicas de cada uno (bolsas). Con los datos de sobrevivencia se realizó un análisis usando el Modelo Lineal General (GLM) con separación de medias de utilizando la prueba de Duncan con el paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS® 2003) usando un nivel de significancia de $p = 0.05$ .	14
Sobrevivencia del camarón blanco. La sobrevivencia de las pos-larvas durante 96 horas fue de 73% al ser trasladadas a agua con la misma salinidad (Cuadro 1) y de 33% cuando fueron trasladadas de agua con 20,000 a agua con 10,000 ppm de salinidad. Las transferencias desde 20,000 ppm a cero o a 30,000 ppm o más, provocaron la muerte de todos los animales en menos de 60 horas de exposición.	15
La salinidad óptima para el cultivo del camarón blanco es de 20,000 ppm (Bray 1994). Bajo condiciones del sur de Honduras, que es el área de mayor producción de	

camarón cultivado, la salinidad del agua de los esteros fluctúa entre cero y 50,000 ppm según las estaciones del año (Meyer 1995).....	15
Según los resultados de este ensayo las pos-larvas del camarón blanco son susceptibles a cambios bruscos de salinidad, tolerando sólo cambios no mayores de 10,000 ppm (Cuadro 4). Los cambios de salinidad observados en los esteros de Centro América son graduales. En fincas comerciales la aclimatación de pos-larvas de camarón se realiza a un ritmo de 1,000 ppm por hora (Villalon 1991).....	15
Sobrevivencia de la tilapia del Nilo. La sobrevivencia de los peces-larva a las 96 horas después de ser transferidos de agua dulce a bolsas con la misma salinidad fue de 90%; y cuando fueron transferidos de agua dulce a una salinidad de 10,000 ppm de 80% (Cuadro 2). .....	15
Hubo una mortandad rápida y total de los peces-larva al ser transferidos de agua dulce a agua que difirió en más de 10,000 ppm de sal. Los peces-larva de tilapia del Nilo no toleran cambios bruscos de salinidad mayores de 15,000 ppm (Watanabe y Kuo 1985). .....	15
Bajo condiciones de manejo de finca, la sobrevivencia esperada en la transferencia de peces-larva y alevines es de 50 a 60% (Popma y Green 1990). Ya que los animales recién nacidos son extremadamente delicados y susceptibles a cambios de su medio ambiente.....	15
En el ensayo con alevines se observó un comportamiento similar al con los peces-larva. Sobrevivieron 90% de los alevines transferidos desde agua a dulce a bolsas con agua a la misma salinidad (Cuadro 3).Y al transferir bruscamente los alevines desde agua dulce a agua con 10,000 ppm de sal se sobrevivieron 85% durante las 96 horas de exposición.....	15
Al cambiar los alevines desde agua dulce a agua con una concentración de 20,000 ppm a más, la mortalidad fue total a las 24 horas de exposición. Los resultados de este ensayo concuerdan con los de Avella (1993) en ensayos con <i>O. aureus</i> y <i>O. niloticus</i> . .....	15
Según los resultados del presente estudio los peces-larva y alevines tilapia del Nilo mantenidas en agua dulce toleran el cambio brusco a agua con una salinidad de 10,000 ppm sin sufrir mucha mortalidad. Los peces-larva y alevines no toleraron cambios bruscos a agua con salinidad mayor a 20,000 ppm (Cuadro 4).....	16
La elevada mortalidad puede deberse a que el cambio de salinidad fue muy grande. Muchos manuales de manejo de recomiendan realizar cambios bruscos de salinidad hasta 5,000 ppm sin aclimatar los peces (Meyer 2007). Como rutina se utilizan 5000 ppm de sal en el agua para el transporte de alevines (Dupree y Huner 1984).....	16
Cuadro 1. Número promedio de sobrevivientes de 15 pos-larvas de camarón blanco ( <i>L. vannamei</i> ) en cuatro réplicas a nueve concentraciones de salinidad manejadas sin previa adaptación desde agua a 20,000 ppm. ....	16
Cuadro 2. Número promedio de sobrevivientes de de 20 de peces-larva de 12 días post-eclosión de tilapia del Nilo ( <i>O. niloticus</i> ) con peso promedio 0.05 g sembrados en nueve concentraciones de sal, sin previa adaptación desde agua dulce.....	17
Cuadro 3. Número promedio de sobrevivientes de 20 alevines de tilapia del Nilo ( <i>O. niloticus</i> ) con peso de 0.3 a 0.4 g sembrados en nueve concentraciones de sal, sin previa adaptación desde agua dulce. ....	17

Cuadro 4. Número promedio de sobrevivientes expuestos a cambios bruscos de salinidad durante 96 horas y sembrados en nueve concentraciones de sal sin previa adaptación.....	18
Bajo condiciones de Zamorano las pos-larvas del camarón blanco toleraron el cambio brusco de salinidades de 20,000 ppm a 10,000 ppm de sal, pero no a menos ni a más salinidad. ....	19
Los peces-larvas y alevines de tilapia soportaron un cambio brusco de agua dulce a 10,000 ppm de sal, pero no a más salinidad.....	19
No se observó relación entre el tamaño del pez y su adaptación a diferentes salinidades.....	19
Realizar los ensayos de camarón y tilapia a intervalos de concentraciones menores a 10,000 ppm para determinar cual es la concentración que aumenta la mortalidad. ....	20
Realizar ensayos con camarones y peces de diferentes edades y etapas de desarrollo. ....	20
<a href="#"><u>Watanabe, W. O; Wicklundm, R. I; Olla, B. L; Head, W. D. 1997. Saltwater culture of the Florida red tilapia and other saline-tolerant tilapias: a review. Pages 54-141. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy (Editors). Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol 1. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. ....</u></a>	<a href="#"><u>22</u></a>

## INTRODUCCIÓN

La piscicultura en Latinoamérica es dominada por los cultivos industriales de camarón y tilapia (FAO 1998). Ecuador, Honduras y Costa Rica son los principales proveedores de filete fresco de tilapia al mercado norteamericano (Anónimo 2007a).

Honduras cuenta con proyectos piscícolas comerciales de mediana y pequeña escala. La actividad genera aproximadamente 17,000 empleos directos que benefician a unas 50,000 familias (Anónimo 2007b).

En Honduras hay miles de estanques en fincas pequeñas que fueron construidos en las décadas de los 1970 y 80s para el cultivo de tilapia (Triminio Meyer *et al.* 2007). La mayoría de estos estanques han sido abandonados o no han contribuido a mejorar el nivel de vida de las familias rurales (Anónimo 2007c). Los fracasos de los pequeños productores se deben usualmente a la falta de conocimiento del manejo y fisiología de las especies cultivadas (Meyer 2007).

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es una especie eurihalina que tolera una amplia variación de salinidad del agua (Meyer 1995). Esta especie pasa parte de su vida en los esteros donde esta expuesta a fluctuaciones diarias de salinidad y temperatura. Normalmente se puede cultivar el camarón blanco a salinidades hasta 50,000 ppm (Pretto 1994).

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es un pez tropical de agua dulce, de crecimiento rápido, fuerte y robusto. También es una especie eurihalina y resiste bajas concentraciones de oxígeno en el agua (Anónimo 2007d).

La industria de la producción de tilapia es limitada frecuentemente por la disponibilidad de agua dulce para la producción. La tolerancia a la salinidad de esta especie sugiere que puede ser cultivada en aguas salobres o marinas permitiendo su explotación en áreas tropicales costeras (Watanabe *et al.* 1997).

En la acuicultura moderna es frecuente realizar transferencias de los animales de un recipiente a otro exponiéndolos a cambios de temperatura y salinidad del agua. Las pérdidas por adaptación a la salinidad son comunes debido a la falta del conocimiento de los rangos de tolerancia de las especies cultivadas. Es importante determinar la resistencia a diferentes salinidades que tienen estas especies.

El objetivo de este estudio fue evaluar la tolerancia de pos-larvas de camarón blanco, y de peces-larvas y alevines de tilapia del Nilo, a cambios de salinidad en el agua durante 96 horas de exposición sin pasar por un proceso de adaptación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. Los ensayos se realizaron en la Estación de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, con una elevación de 800 msnm y una temperatura media anual de 25°C.

**Animales.** Se obtuvo un lote de 10,000 pos-larvas de camarón de quince días de eclosión (Pls-15) de un laboratorio especializado (Larvicultura Granjas Marinas) localizado en Delgaditos, Choluteca, Honduras. Fueron transportados desde Choluteca a Zamorano en bolsas plásticas (0.60 m x 0.60 m) y llenadas con agua a 20,000 ppm de salinidad. En Zamorano fueron trasladados a un tanque de fibra de vidrio (1.0 m de diámetro x 0.60 m de altura) con agua a la misma salinidad y con aireación continua.

Se realizaron dos ensayos con la tilapia del Nilo. Para el primero se utilizaron 720 peces-larvas de 12 días post-eclosión, con peso promedio 0.05 g y sin presencia de saco vitelino. Para el segundo ensayo se utilizaron 720 alevines machos de 0.3 a 0.4 g. Ambos lotes eran provenientes de las líneas de peces manejados en agua dulce en la EAP.

**Calidad y preparación del agua.** Se preparó una solución madre de 80,000 ppm de agua con sal, agregando 6.72 kg de sal rústica a 80 L de agua potable decolorada (pH 6). Se mantuvo la solución madre con aireación continua colocando una difusora de 10 cm de largo conectada a un soplador de 2.5 hp.

La solución madre fue diluida con agua decolorada hasta obtener 16 L de cada una de las concentraciones deseadas para cada prueba: 70,000, 60,000, 50,000, 40,000, 30,000, 20,000, 10,000 y 0 ppm. Se verificó la salinidad del agua en las bolsas con un hidrómetro previo a la siembra de los animales.

Para la prueba con los camarones se preparó un tanque de fibra de vidrio de 1.0 x 0.6 m con agua mantenida a 26°C por dos calentadores eléctricos de 1,000 W cada uno. Para las pruebas con tilapia no se utilizó calentadores del agua.

**Unidades experimentales.** Cada ensayo se realizó en 36 bolsas de plástico (50 cm x 25 cm) cada una llenada con cuatro litros de agua preparada y 4 L de oxígeno puro de un cilindro. Para el ensayo de camarón se utilizó un total de 15 pos-larvas por unidad experimental (bolsa plástica). Para los ensayos con tilapia del Nilo se utilizaron 20 peces-larvas y 20 alevines por unidad experimental.

**Alimento.** Se agregó 0.1 g de *Artemia sp.* congelada antes de sellar cada bolsa conteniendo las pos-larvas de camarón y agua preparada. Cada bolsa preparada con peces-larvas o alevines de tilapia recibió 0.01 o 0.7 g de alimento concentrado (32% de proteína cruda), respectivamente.

**Variables.** Cada unidad experimental fue revisada cada 12 horas para determinar el número de animales vivos y muertos. Los individuos que no presentaron ningún movimiento de su cuerpo o apéndices se tomaron como muertos.

**Diseño experimental y análisis estadístico.** Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) para cada ensayo con nueve tratamientos (salinidades) y cuatro réplicas de cada uno (bolsas). Con los datos de sobrevivencia se realizó un análisis usando el Modelo Lineal General (GLM) con separación de medias de utilizando la prueba de Duncan con el paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS® 2003) usando un nivel de significancia de  $p = 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Sobrevivencia del camarón blanco.** La sobrevivencia de las pos-larvas durante 96 horas fue de 73% al ser trasladadas a agua con la misma salinidad (Cuadro 1) y de 33% cuando fueron trasladadas de agua con 20,000 a agua con 10,000 ppm de salinidad. Las transferencias desde 20,000 ppm a cero o a 30,000 ppm o más, provocaron la muerte de todos los animales en menos de 60 horas de exposición.

La salinidad óptima para el cultivo del camarón blanco es de 20,000 ppm (Bray 1994). Bajo condiciones del sur de Honduras, que es el área de mayor producción de camarón cultivado, la salinidad del agua de los esteros fluctúa entre cero y 50,000 ppm según las estaciones del año (Meyer 1995).

Según los resultados de este ensayo las pos-larvas del camarón blanco son susceptibles a cambios bruscos de salinidad, tolerando sólo cambios no mayores de 10,000 ppm (Cuadro 4). Los cambios de salinidad observados en los esteros de Centro América son graduales. En fincas comerciales la aclimatación de pos-larvas de camarón se realiza a un ritmo de 1,000 ppm por hora (Villalon 1991).

**Sobrevivencia de la tilapia del Nilo.** La sobrevivencia de los peces-larva a las 96 horas después de ser transferidos de agua dulce a bolsas con la misma salinidad fue de 90%; y cuando fueron transferidos de agua dulce a una salinidad de 10,000 ppm de 80% (Cuadro 2).

Hubo una mortandad rápida y total de los peces-larva al ser transferidos de agua dulce a agua que difirió en más de 10,000 ppm de sal. Los peces-larva de tilapia del Nilo no toleran cambios bruscos de salinidad mayores de 15,000 ppm (Watanabe y Kuo 1985).

Bajo condiciones de manejo de finca, la sobrevivencia esperada en la transferencia de peces-larva y alevines es de 50 a 60% (Popma y Green 1990). Ya que los animales recién nacidos son extremadamente delicados y susceptibles a cambios de su medio ambiente.

En el ensayo con alevines se observó un comportamiento similar al con los peces-larva. Sobrevivieron 90% de los alevines transferidos desde agua a dulce a bolsas con agua a la misma salinidad (Cuadro 3). Y al transferir bruscamente los alevines desde agua dulce a agua con 10,000 ppm de sal se sobrevivieron 85% durante las 96 horas de exposición.

Al cambiar los alevines desde agua dulce a agua con una concentración de 20,000 ppm a más, la mortalidad fue total a las 24 horas de exposición. Los resultados de este ensayo concuerdan con los de Avella (1993) en ensayos con *O. aureus* y *O. niloticus*.

Según los resultados del presente estudio los peces-larva y alevines tilapia del Nilo mantenidas en agua dulce toleran el cambio brusco a agua con una salinidad de 10,000 ppm sin sufrir mucha mortalidad. Los peces-larva y alevines no toleraron cambios bruscos a agua con salinidad mayor a 20,000 ppm (Cuadro 4).

La elevada mortalidad puede deberse a que el cambio de salinidad fue muy grande. Muchos manuales de manejo de recomiendan realizar cambios bruscos de salinidad hasta 5,000 ppm sin aclimatar los peces (Meyer 2007). Como rutina se utilizan 5000 ppm de sal en el agua para el transporte de alevines (Dupree y Huner 1984).

**Cuadro 1.** Número promedio de sobrevivientes de 15 pos-larvas de camarón blanco (*L. vannamei*) en cuatro réplicas a nueve concentraciones de salinidad manejadas sin previa adaptación desde agua a 20,000 ppm.

Tratamientos	Horas							
	12	24	36	48	60	72	84	96
Salinidad 1000 ppm	Número de pos-larvas sobrevivientes							
0	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
10	8 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>
20	15 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>
30	5 <sup>c</sup>	3 <sup>c</sup>	3 <sup>c</sup>	2 <sup>c</sup>	1 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
40	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
50	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
60	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
70	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
80	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
CV	38.94	26.34	21.48	25.51	24.49	23.39	34.94	33.37

Valores en la misma columna con distinta letra difieren entre sí (p < 0.05).

**Cuadro 2.** Número promedio de sobrevivientes de 20 de peces-larva de 12 días post-eclosión de tilapia del Nilo (*O. niloticus*) con peso promedio 0.05 g sembrados en nueve concentraciones de sal, sin previa adaptación desde agua dulce.

Tratamientos	Horas							
	12	24	26	48	60	72	84	96
Salinidad 1000 ppm	Número de peces-larvas sobrevivientes							
0	19 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>
10	18 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	16 <sup>b</sup>	16 <sup>b</sup>
20	2 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
30	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
40	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
50	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
60	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
70	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
80	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
CV	13.22	11.61	11.44	11.44	11.44	12.77	15.47	15.47

Valores en la misma columna con distinta letra difieren entre sí (p < 0.05).

**Cuadro 3.** Número promedio de sobrevivientes de 20 alevines de tilapia del Nilo (*O. niloticus*) con peso de 0.3 a 0.4 g sembrados en nueve concentraciones de sal, sin previa adaptación desde agua dulce.

Tratamientos	Horas							
	12	24	26	48	60	72	84	96
Salinidad 1000 ppm	Número de alevines sobrevivientes							
0	19 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>
10	19 <sup>b</sup>	19 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	17 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>
20	2 <sup>c</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
30	0 <sup>d</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
40	0 <sup>d</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
50	0 <sup>d</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
60	0 <sup>d</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
70	0 <sup>d</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
80	0 <sup>d</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
CV	11.04	8.88	9.00	9.38	9.38	5.9	5.9	8.1

Valores en la misma columna con distinta letra difieren entre sí (p < 0.05).

**Cuadro 4.** Número promedio de sobrevivientes expuestos a cambios bruscos de salinidad durante 96 horas y sembrados en nueve concentraciones de sal sin previa adaptación.

Tratamientos	Pos-larva de camarón blanco	Peces-larva de tilapia	Alevines de tilapia
	Animales sembrados / bolsa		
Salinidad 1000 ppm	15	20	20
0	0 <sup>d</sup>	18 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>
10	6 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	18 <sup>b</sup>
20	13 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
30	2 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
40	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
50	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
60	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
70	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
80	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
CV	11	4.38	7.68

Valores en la misma columna con distinta letra difieren entre sí (P = 0.05).

## CONCLUSIONES

Bajo condiciones de Zamorano las pos-larvas del camarón blanco toleraron el cambio brusco de salinidades de 20,000 ppm a 10,000 ppm de sal, pero no a menos ni a más salinidad.

Los peces-larvas y alevines de tilapia soportaron un cambio brusco de agua dulce a 10,000 ppm de sal, pero no a más salinidad.

No se observó relación entre el tamaño del pez y su adaptación a diferentes salinidades.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar los ensayos de camarón y tilapia a intervalos de concentraciones menores a 10,000 ppm para determinar cual es la concentración que aumenta la mortalidad.

Realizar ensayos con camarones y peces de diferentes edades y etapas de desarrollo.

## LITERATURA CITADA

Anónimo. 2007a. Panorama Acuícola, México. Revisado 13 de junio de 2007. Disponible en:

[http://209.85.165.104/search?q=cache:tYMoD7ApmIwJ:www.panoramaacuicola.com/noticia.php%3Fart\\_clave%3D750+tilapia+honduras&hl=es&ct=clnk&cd=3&gl=hn](http://209.85.165.104/search?q=cache:tYMoD7ApmIwJ:www.panoramaacuicola.com/noticia.php%3Fart_clave%3D750+tilapia+honduras&hl=es&ct=clnk&cd=3&gl=hn)

Anónimo. 2007b. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Revisado 12 de junio de 2007. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn>

Anónimo. 2007c. Cultivo de tilapia. Camargo. El Salvador. Revisado 12 de junio de 2007. Disponible en:

<http://209.85.165.104/search?q=cache:QvBjb9NsUSIJ:www.camagro.com/actualidad/descarga/Producciondetipalia.doc+tilapia+del+nilo+eurihalina&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=hn>

Anónimo. 2007d. Evaluación del impacto de la introducción de especies exóticas en la cuenca del río Huallag. IIAP revisado 15 de junio de 2007. Disponible en: [http://209.85.165.104/search?q=cache:kDFr3i\\_1bD8J:www.fao.org/ag/agl/agll/rla128/iiap/iiap12/iiap1206.htm+oreochromis+niloticus+eurihalina&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=hn](http://209.85.165.104/search?q=cache:kDFr3i_1bD8J:www.fao.org/ag/agl/agll/rla128/iiap/iiap12/iiap1206.htm+oreochromis+niloticus+eurihalina&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=hn)

Avella, M. 1993. Salinity tolerance of two tropical fishes, *Oreochromis arrenus* and *O. niloticus*: biochemical and morphological changes in the gill epithelium. *Journal of Fish Biology* 42:243-254.

Bray, W. A. 1994. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 3:36-46.

Dupree, H; Huner, J. 1984. Third Report to Fish Farmers: The Status of Warmwater Fish Farming and Progress in Fish Farming Research. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. US. 270 p.

FAO. 1998. Aquaculture Production Statistic 1987-1996. FAO Fisheries Circular. No. 815, Rev. 10. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 197 p.

Meyer, D. E. 1995. Marine shrimp culture development in southern Honduras. *Acta Hydrobiol. Suppl.*:111-120.

Meyer, D. E. 2007. Introducción a la Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 159 p.

Popma, T. J; Green, B. W. 1990. Aquaculture production manual: Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Research and Development series 35, International Center for Aquaculture, Auburn University, Alabama.

Pretto, R. 1994. Manual de cría de camarones penéidos en estanque de aguas salobres, Panamá, Pam Editorial Guillermo Ríos Durán. 68 p.

SAS. 2003. User Guide. Statistical Analysis System Inc, Carry, NC. Version 9.01. 329 p.

Triminio Meyer, S; Meyer D.E; Molnar, J; Tollner, E.W. 2007. Tilapia fingerling production in Honduras. The Journal of Applied Aquaculture 19(2):1-27.

Villalon, J.R. 1991. Practical Manual for Semi-intensive Commercial Production of Marine Shrimp. Texas A&M University Sea Grant Program. 104 p.

Watanabe, W. O; Wicklundm, R. I; Olla, B. L; Head, W. D. 1997. Saltwater culture of the Florida red tilapia and other saline-tolerant tilapias: a review. Pages 54-141. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy (Editors). Tilapia Aquaculture in the Americas, Vol 1. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.

Watanabe, W. O; Kuo, C. M. 1985. Observations on the reproductive performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in laboratory aquaria at various salinities. Aquaculture 42:315-323



