

**Evaluación del desarrollo de la tilapia híbrida
Oreochromis mossambicus (Peters) x
Oreochromis niloticus (Linnaeus) cultivada a
salinidades de 17500, 35000 y 52500 ppm en
Punta Ratón, Honduras**

Cruz Odil Banegas Bonilla

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Evaluación del desarrollo de la tilapia híbrida
Oreochromis mossambicus (Peters) ×
Oreochromis niloticus (Linnaeus) cultivada a
salinidades de 17500, 35000 y 52500 ppm en
Punta Ratón, Honduras**

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

Presentado por

Cruz Odil Banegas Bonilla

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2007

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

Cruz Odil Banegas Bonilla

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

Evaluación del desarrollo de la tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters) × *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) cultivada a salinidades de 17500, 35000 y 52500 ppm en Punta Ratón, Honduras

Presentado por:

Cruz Odil Banegas Bonilla

Aprobada:

Daniel Meyer, Ph.D.
Asesor Principal

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

John J. Hincapié, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Carlos Aceituno, M.Sc.
Asesor

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

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

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, por acompañarme en momentos de dificultad, permitirme terminar satisfactoriamente mis estudios y por cuidar mi familia en mis horas de ausencia.

Muy especialmente a mis padres: Sra. Alicia Bonilla y Sr. José de la Cruz Banegas por ser un ejemplo a seguir y por apoyarme incondicionalmente en todas mis metas y objetivos propuestos.

A mis queridos hermanos: Wilmer por confiar y ser un gran apoyo en mi vida, Suyapa por ser muy especial y cariñosa.

A Wilmer Roderico y Javier Ardón que por obstáculos de la vida no pudimos seguir juntos los estudios.

A la memoria de mis tíos Agripino Bonilla y Alfonso Banegas, que desde los cielos estarán regocijando por mis logros obtenidos

A toda mi familia con aprecio.

AGRADECIMIENTO

A Dios, ante todas las cosas, porque ha sido, es y será mi guía.

A Zamorano por ser un ejemplo de profesionalidad que nunca olvidaré.

A mis padres y hermanos por inculcarme el interés y progreso constante.

A la empresa Grupo Granjas Marinas, en especial al Ing. Joel Lainez por el apoyo, amistad como persona y tiempo dedicado en esta investigación.

A asesor principal Dr. Daniel Meyer por la confianza y la paciencia ante mis dudas de novato y por escuchar atentamente los problemas que a lo largo de esta Tesis surgieron.

A asesores secundarios Dr. John J. Hincapié y M.Sc. Carlos Aceituno por el apoyo y sus sugerencias para el desarrollo de esta tesis.

A mis compañeros por ser mis amigos en las aulas y fuera de ellas.

RESUMEN

Banegas, C. 2007. Evaluación del desarrollo de la tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters) × *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) cultivada a salinidades de 17500, 35000 y 52500 ppm en Punta de Ratón, Honduras. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 10 p.

La producción de tilapia varía en aguas con diferentes salinidades, razón por la cual se requiere precisar los límites de salinidad que soportan las distintas especies de tilapia. El objetivo fue evaluar el crecimiento, supervivencia y adaptación de ejemplares de la tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* × *Oreochromis niloticus* en agua con salinidades de 17500, 35000 y 52500 ppm. El ensayo se realizó entre abril y mayo del 2007 en Punta Ratón, Honduras. Los peces fueron manejados a una densidad de 18 individuos por tanque (diámetro 188 cm y altura 60 cm) y alimentados con concentrado en forma de perdigones al 32% de proteína cruda. La cantidad diaria de alimento fue considerada como un porcentaje de la biomasa de toda la población. El alimento se repartió en cuatro porciones por día, el diámetro de los perdigones y la tasa de alimentación fueron establecidos de acuerdo al peso del pez. La temperatura, pH y oxígeno disuelto en el agua estuvieron dentro del rango aceptable para el desarrollo de la tilapia. La supervivencia en todos los tratamientos fue de 100%. Al final del estudio se examinaron los peces y no se detectó escamas levantadas ni úlceras en la parte exterior del cuerpo del pez. El mejor crecimiento de los peces, tanto en ganancia de peso como en longitud, fue observado en los tratamientos de 17500 y 35000 ppm de sal en el agua. Los peces sembrados a 52500 ppm presentaron un menor crecimiento.

Palabras claves: Cruza, estrés, eurihalino, ganancia diaria de peso, óptimo, piscicultura, salinidad, tolerancia

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
Índice de figuras.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
4. CONCLUSIONES.....	8
5. RECOMENDACIONES.....	9
6. BIBLIOGRAFÍA.....	10

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Monitoreo de la calidad de agua en nueve tanques circulares de fibra de Vidrio, utilizados en el cultivo de tilapia híbrida en Punta, Ratón, Honduras, 2007.....2
2. Alimentación de la tilapia híbrida cultivada en Punta Ratón, Honduras, 20073
3. Crecimiento de la tilapia híbrida (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticos*), cultivada en tanques de fibra de vidrio con agua a diferentes concentraciones de sal en Punta Ratón, Honduras, 2007.....5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Promedio semanal de las temperaturas máximas y mínimas del agua en el cultivo de tilapia híbrida, para abril y mayo en Punta, Ratón, Honduras, 2007.....6
2. Promedio semanal de concentración oxígeno disuelto, a diferentes salinidades del agua, para abril y mayo en Punta Ratón, Honduras, 2007.....6
3. Peso promedio individual de ejemplares de tilapia híbrida (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticos*), cultivada en tanques de fibra de vidrio con agua a diferentes salinidades en Punta Ratón Honduras, 2007.....7
4. Longitud promedio individual de los ejemplares de la tilapia híbrida (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticos*), cultivada en tanques de fibra de vidrio con agua a diferentes salinidades en Punta Ratón, Honduras, 2007.....7

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el sector de producción de alimentos de origen animal de más rápido crecimiento, especialmente en los países en vía de desarrollo. Este sector contribuye un tercio del suministro mundial de pescado. En los últimos años, la pesca comercial se está estancando mientras que la acuicultura se está expandiendo en producción (Ahmed *et al.* 1996).

La tilapia ha sido introducida en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento (Bardach *et al.* 1982). En años recientes el cultivo de la tilapia roja ha ganado importancia entre los investigadores y consumidores, debido a su atractivo color. De acuerdo a esta característica la tilapia roja puede conseguir un precio superior a las tilapias de color normal (Stickney 1986).

La producción de tilapia en agua salada no está definida, porque su desarrollo varía considerablemente en aguas con diferentes salinidades. Es por esta razón que se busca determinar los límites de salinidad a los cuales se adapten las distintas líneas de tilapia (Fishelson y Yaron 1983).

El incremento de salinidad inhibe la reproducción, el crecimiento y la osmorregulación del pez (Payne *et al.* 1988). El crecimiento de tilapia roja es mayor conforme se incrementa la salinidad (Watanabe *et al.* 1996). La mejor resistencia a altas salinidades se logra cuando la tilapia ha alcanzado 52 mm de longitud (Stickney 1986).

El objetivo de este ensayo fue evaluar el desarrollo de la tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus* cultivada a salinidades de 17500, 35000 y 52500 ppm en Punta Ratón, Honduras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante abril y mayo del 2007 en las instalaciones del Departamento de Diversificación Piscícola del Grupo Granjas Marinas (GGM), ubicada en Punta Ratón, Departamento de Choluteca, Honduras. Las instalaciones se encuentran aproximadamente a 10 msnm, con una temperatura promedio anual de 32°C y una precipitación promedio de 1,500 mm/año.

Los alevines de tilapia se obtuvieron del cruce entre hembras de *Oreochromis mossambicus* y machos de *Oreochromis niloticus*, realizado en las instalaciones del GGM. Para el ensayo se utilizaron 162 alevines con un peso y talla promedio de 7 g y 8 cm, respectivamente. Estos fueron aclimatados a 17500, 35000 y 52500 ppm partiendo de 15000 ppm e incrementando la salinidad en 1000 ppm por hora (Swann 1992).

Los alevines se sembraron en nueve tanques circulares de fibra de vidrio (18 alevines/tanque), con un volumen de 1.5 m³ (diámetro 188 cm y altura 60 cm), ubicados bajo techo y suplidos con aireación continua por una difusora de 30 cm de largo. Se realizó un recambio semanal del 100% del agua de cada tanque. Los residuos de alimentos y heces fueron eliminados de cada tanque, dos veces por semana, utilizando un sifón.

El agua usada en los recambios semanales de cada tratamientos se preparó en una pila con una capacidad de 28,000 L (5.5×3.3× 1.5 m). Ésta tenía aireación continua. El agua de cada tratamiento se preparó en la misma pila con el propósito de bajar la salinidad de cada tratamiento con la adición de agua dulce. Para la preparación del agua con salinidad de 52500 ppm, se llenó la pila al 80% de su capacidad con agua de estero (salinidad promedio 40000 ppm) más cuatro quintales de sal. El agua a 35000 ppm de sal se preparó mezclando agua sobrante a 52500 ppm de sal con agua dulce. El agua a 17500 ppm de sal se obtuvo adicionando agua dulce al tratamiento de 35000 ppm de sal.

Los parámetros de calidad del agua que fueron determinados, los aparatos utilizados y la frecuencia de cada medición se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Monitoreo de la calidad de agua en nueve tanques circulares de fibra de vidrio utilizados en el cultivo de tilapia híbrida en Punta, Ratón, Honduras, 2007.

Parámetro	Aparato	Frecuencia
Oxígeno disuelto	Medidor Poligráfico (YSI 57)	Diario (7 a.m. y 5 p.m.)
Temperatura	Medidor Poligráfico (YSI 57)	Diario (7 a.m. y 5 p.m.)
pH	Potenciómetro Fisher	Semanal
Salinidad	Salinómetro óptico visual	Semanal

La alimentación de los peces se hizo con concentrado en forma de perdigones al 32% de proteína cruda. La cantidad diaria de alimento fue determinado como un porcentaje de la biomasa total estimada. En cada muestreo se promedió la biomasa de los peces en todos los tanques, para ofrecer la misma cantidad de alimento por día. Se repartió la cantidad de alimento en cuatro porciones por día (7:00 a.m, 10:00 a.m, 1:00 p.m. y 5:00 p.m.). El diámetro de los perdigones y la tasa de alimentación fueron establecidos de acuerdo al peso del pez (Cuadro 2).

VARIABLES ANALIZADAS:

Se pesó y midió los peces individualmente al inicio y final del estudio. Durante el estudio se hicieron muestreos quincenales, tomando el 25% de la población de cada tanque. El peso fue determinado utilizando una balanza de 400 g de límite y una precisión 0.1 g. La longitud del cuerpo de los peces se midió con una regla graduada en milímetros.

En cada muestreo se realizó un examen visual de cada ejemplar para observar señas de su incapacidad o inhabilidad de adaptarse a las condiciones del ensayo como: presencia de escamas levantadas y úlceras.

Se evaluó diariamente la sobrevivencia mediante el conteo de los peces muertos en cada una de las unidades experimentales.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) conformado por tres tratamientos (salinidades de agua de 17500, 35000 y 52500 ppm) y tres réplicas de cada uno (los tanques). Los datos de crecimiento y supervivencia de los peces se analizaron usando un ANDEVA y una separación de medias (Duncan) con el Statistiscal Analysis Systems (SAS 2003). Se utilizó un nivel significancia ≤ 0.05 .

Cuadro 2. Alimentación de la tilapia híbrida cultivada en Punta Ratón, Honduras, 2007.

Peso del pez (g)	Tamaño de partícula (mm)	Tasa de alimentación (%)
0.2 - 2.0	0.8	12
2.0 - 10	1.5	9
10 - 20	1.5	5
20 - 50	2.2	4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del agua. Los parámetros de temperatura, pH y la concentración de oxígeno disuelto en el agua se mantuvieron dentro del rango aceptable para la tilapia durante los 56 días que duró el ensayo. Estos parámetros fluctuaron poco, porque, el estudio se realizó en un ambiente relativamente controlado.

La temperatura del agua fluctuó entre 26 a 32°C (Figura 1) con un ligero descenso durante las últimas semanas del ensayo. Las temperaturas del agua descendieron al final del estudio como consecuencia de altas precipitaciones, días nublados y noches más frías en el mes de mayo. Durante el mes de abril no hubo precipitación y los días fueron soleados. Los peces y camarones tropicales de lugares cálidos se desarrollan mejor en agua con una temperatura entre 25-32°C (Meyer 2007).

El pH del agua de cada tanque siempre estuvo dentro del rango de 7 a 8. El rango óptimo para el desarrollo de la tilapia oscila entre 6.5 y 8.5 de pH (Zarza *et al.* 2006).

La concentración mínima de oxígeno disuelto observada en los tanques fue de 5.4 ppm. El oxígeno disuelto que requiere la tilapia para su óptimo desarrollo es ≥ 3 ppm (Esquivel 2001). Comparando las diferentes tratamientos se notó que en las salinidades mas altas, la concentración de oxígeno disuelto fue menor (Figura 2), lo que concuerda con Meyer (2007). En todos los tratamientos se observó además la tendencia a aumentar la concentración de oxígeno conforme disminuye la temperatura (Figura 2), lo que concuerda con lo reportado por Atwood *et al.* (2003).

Crecimiento. La tilapia híbrida se adaptó a las diferentes salinidades y aumentó en peso y longitud a lo largo de los 56 días del ensayo (Figura 3 y 4). La ganancia de peso y el incremento de longitud fue similar ($P > 0.05$) en los tratamientos con 17500 y 35000 ppm de sal y mayores ($P < 0.05$) que el tratamiento a 52500 ppm (Cuadro 3). La ganancia de peso obtenida de los peces en este estudio mostraron la misma tendencia que los reportados por Herrera *et al.* (2001), quienes concluyeron que la tilapia sembrada en agua con alta salinidad gasta más energía en mantenimiento corporal y menos en crecimiento y desarrollo, además el pez a altas salinidades se deshidrata por la pérdida de agua a través de las branquias y la difusión de sales en sentido inverso (Tinto 1999).

Sobrevivencia y señas de inhabilidad de adaptarse. La supervivencia fue de 100% de los peces en todos los tratamientos y réplicas. Al final del ensayo se examinó cada uno de los 162 peces sembrados, no se encontraron escamas levantadas ni úlceras en la parte exterior del cuerpo. Tinto (1999) utilizando el mismo híbrido, encontró que a salinidades mayores de 35000 ppm los peces empiezan a morir por problemas de dermatitis ulcerativa (*Aeromonas spp.*).

Cuadro 3. Crecimiento de la tilapia híbrida (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*), cultivada en tanques de fibra de vidrio con agua a diferentes concentraciones de sal en Punta Ratón, Honduras, 2007.

Tratamientos	Peso (g)		Longitud (cm)		GDP (g)	ICA	GLD (mm)
	Inicial	Final	Inicial	Final			
17500	7.2	42.6	8.2	13.5	0.65 a	1.5	1.0 a
35000	6.9	40.0	8.1	13.1	0.59 a	1.6	0.9 a
52500	7.3	30.4	8.0	11.9	0.41 b	2.3	0.7 b

Medias en las columnas con letra igual no son significativamente diferente (P<0.05)

GDP: Ganancia diaria de peso

ICA: Índice de conversión alimenticia

GLD: Ganancia de longitud diaria

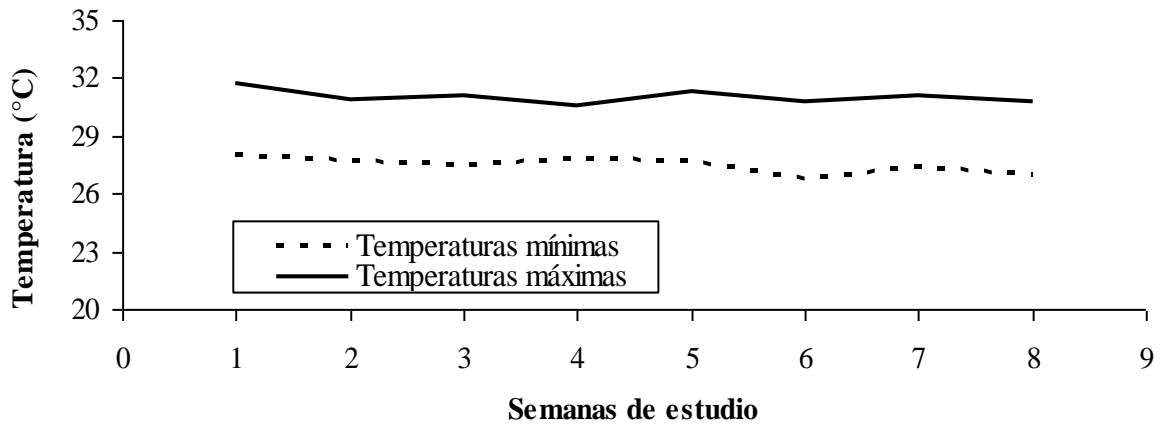


Figura 1. Promedio semanal de las temperaturas máximas y mínimas del agua en el cultivo de tilapia híbrida, para abril y mayo en Punta Ratón, Honduras, 2007.

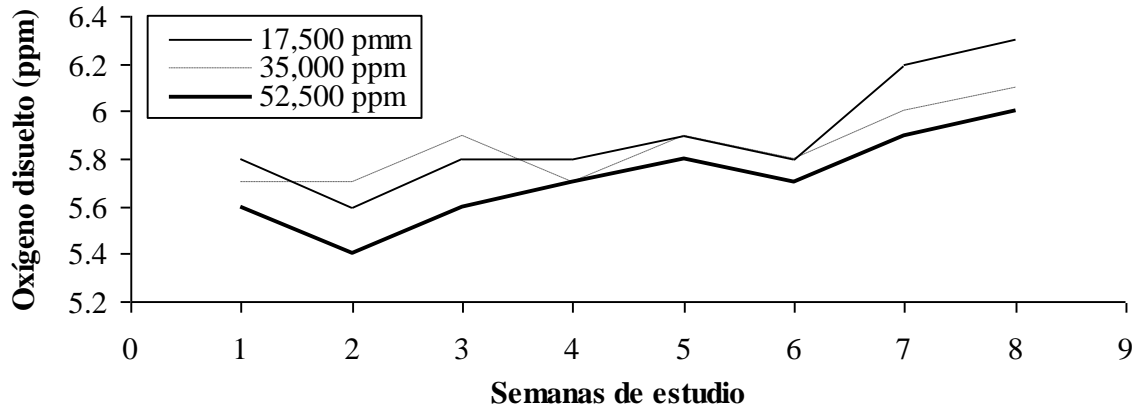


Figura 2. Promedio semanal de concentración oxígeno disuelto, a diferentes salinidades del agua, para abril y mayo en Punta Ratón, Honduras, 2007.

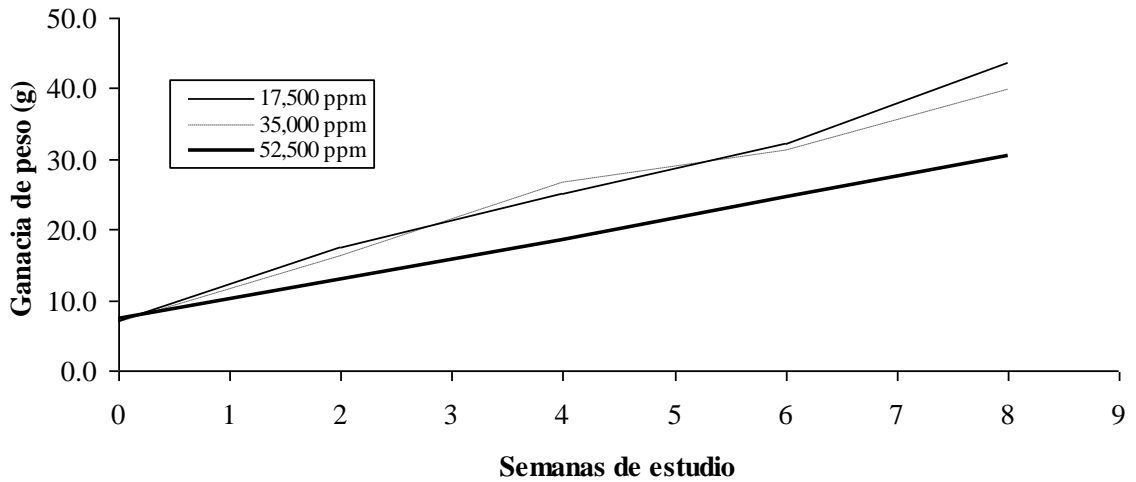


Figura 3. Peso promedio individual de ejemplares de tilapia híbrida (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*), cultivada en tanques de fibra de vidrio con agua a diferentes salinidades en Punta Ratón, Honduras, 2007.

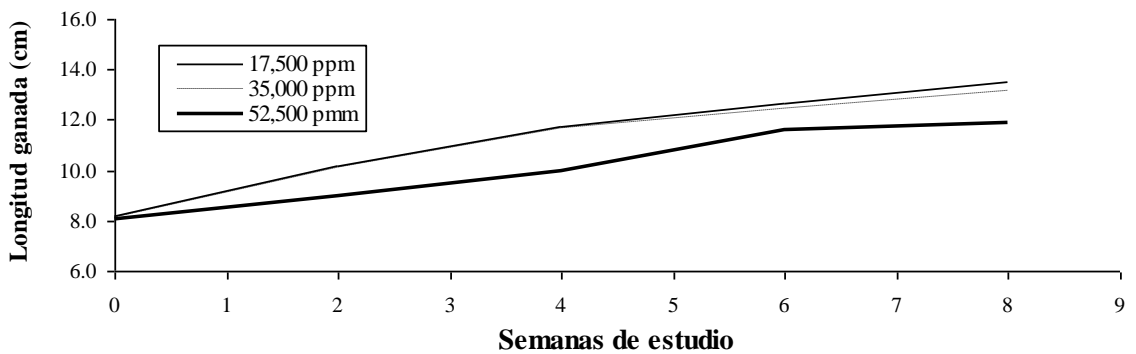


Figura 4. Longitud promedio individual de ejemplares de tilapia híbrida (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*), cultivada en tanques de fibra de vidrio con agua a diferentes salinidades en Punta Ratón, Honduras, 2007.

CONCLUSIONES

- No se detectaron problemas en cuanto a la calidad del agua.
- El mejor desarrollo de la tilapia híbrida se obtuvo en agua con 17500 y 35000 ppm de sal en comparación con agua a 52500 ppm.
- La salinidad de 52500 ppm no causó problemas de escamas levantadas y úlceras en la parte exterior de la tilapia híbrida.

RECOMENDACIONES

- La tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* × *Oreochromis niloticus* puede ser cultivada en agua con 35000 ppm de sal o menos, sin afectar su ritmo de crecimiento.
- Estudiar el efecto de la salinidad del agua a partir de 35000 pmm, para indicar en que punto específico empieza a afectar el desarrollo de la tilapia híbrida.
- Estudiar el efecto de la salinidad en la tilapia hasta que los peces alcancen una talla comercial.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, M.; Bimbao, M.; Gupta, M. 1996. Economics of tilapia aquaculture in small waterbodies in Bangladesh, p. 471-475 in R.S.V. Pullin, J. Lazar, M. Legendre, J. Amon, K. and Pauly, D. (eds) The third international Symposium on Tilapia in aquaculture. ICLARM conf. proc. 41, 575 p.

Atwood, H.; Tomasso, J.; Webb, K.; Gatli, D. 2003. Low-temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. Aquaculture Research 34, 241-251.

Bardach, J.; John, H.; William, O. 1982. Crianza de organismos marinos y de agua dulce. México D. F. Ed. CALYPSO, S.A. 741 p.

Esquivel, B. 2001. Evaluación del uso de cubierta de plástico en estanques para pre-engorde de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Zamorano, Honduras. Tesis Ing Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 10 p.

Fishelson, L.; Yaron, Z. 1983. Studies on the Feasibility of Red Tilapia Culture in Saline Water. p. 534-543. Proceedings of the first International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel. 38, 624 p.

Herrera, M.; López, H.; Zamora, R. 2001. Efecto de la salinidad en el crecimiento de la tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters) × *O. niloticus* (Linnaeus), cultivada en condiciones de laboratorio. Col., México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 48:39- 48.

Meyer, D. 2007. Introducción a la Acuicultura. EAP Zamorano, Honduras. 159 p.

Payne, A.; Ridgway, C.; Hamer J. 1988. The influence of salt (NaCl) concentration and temperature on the growth of *Oreochromis spilurus*, *O. mossambicus* and a Red Tilapia Hybrid, p.481-487. In R.S.V. Bhukaswan, T. Tonguthai, K. and J, Maclean. (eds) The Second International Symposium on tilapia in aquaculture. Bangkok, Thailand.

S.A.S. 2003. S.A.S. User Guide: Statics S.A.S. Inst., Inc., Cary, N.C

Swann, L. 1992. Transport of fish in bags. Aquaculture Extension Facr Sheet AS 462, Illinois-Indiana Sea Grant Program #11-IN-SG-FS-913. 4 p.

Stickney, R. 1986. Tilapia tolerance of saline waters: A Review. Progressive Fish-Culturist 48:161-167

Tinto, A. 1999. Hispatología branquial asociada a la adaptación de agua dulce a concentraciones de 15% ,25% y 35% de salinidad de tilapia roja (híbrida) *Oreochromis mossambicus* (Peters) × *O. niloticus* (Linnaeus). Tesis MSc. en Acuicultura. Universidad de Colima. Manzanillo, México. 43 p.

Watanabe, O.; Smith, J.; Head, D.; Mueller, W. 1996. Production of Florida red tilapia fry in brackishwater tanks under different feeding regimes and stocking densities. Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture.160-167 p.

Zarza, E.; Berruecos, M.; Peláez, C. 2006. Experimental culture of common snook *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) and fat snook *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Perciformes: *Centropomidae*) in fresh water concrete ponds. UNAM. México, D. F. 37:327-333.

