



**UNIVERSIDAD DEL
PAPALOAPAN
CAMPUS LOMA BONITA**

INGENIERÍA EN ACUICULTURA

TESIS

**CONTROL DE LA POBLACIÓN DE ALEVINES DE
TILAPIA DEL NILO (*Oreochromis niloticus*)
MEDIANTE DEPREDACIÓN POR TENGUAYACA
(*Petenia splendida*) EN UN SISTEMA DE CULTIVO
SEMI-INTENSIVO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO EN ACUICULTURA

PRESENTA

DANIEL CALZADA RUIZ

ASESOR DE TESIS: DR. FELIPE BECERRIL MORALES

CO-ASESOR: M.C. RAÚL MORENO DE LA TORRE

DEDICATORIA

A mis padres:

Fructuoso Calzada Hernández y María Antonia Ruiz López

A mi abuelita:

Natalia López Mericias

A mi esposa:

Ana Ramírez Reyes

Porque siempre me apoyaron en todos los momentos, y que sin ellos no hubiese logrado esta meta. Que con su cariño y comprensión han contribuido a darme una herramienta para la vida, mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor y co-asesor de tesis Dr. Felipe Becerril Morales y M. C. Raúl Moreno de la Torre respectivamente, por dirigir esta investigación, por contribuir a mi formación académica y por su asesoría para la mejor elaboración de este trabajo de tesis, a ellos gracias por su valioso tiempo.

A mis revisores de tesis Dr. Alfonso Álvarez González, Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres, Dr. Juan Pablo Alcántar Vázquez, por su apoyo y sugerencias para mejorar la calidad del presente trabajo.

A M.C. Héctor López Arjona, por brindarme la oportunidad de trabajar en esta institución y ser parte de esta universidad de la que le debo gran parte de mi crecimiento académico y profesional.

A mi familia, porque esto es también un logro de ellos, por su cariño, confianza, apoyo incondicional, y por sobre todo su amor.

A mis amigos que participaron en este estudio por su ayuda.

RESUMEN

La tenguayaca (*Petenia splendida*) es una especie ictiófaga, capaz de depredar alevines de tilapias en condiciones de cautiverio. Como una manera de contrarrestar el efecto de la sobrepoblación de alevines de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en cultivos mixtos (machos y hembras), se evaluó experimentalmente el efecto de la introducción de un depredador local, como la tenguayaca, en el desempeño de un cultivo semi-intensivo. El experimento se llevó a cabo en la unidad acuícola experimental del Campus Loma Bonita de la Universidad del Papaloapan. Se midieron parámetros de cultivo como el crecimiento de individuos de adultos y alevines, además de la variación de parámetros fisicoquímicos del agua. Los resultados indican que la tenguayaca es un controlador eficaz de la población de alevines de tilapia para los tratamientos evaluados. La introducción de tenguayacas en el cultivo de tilapias dio como resultado un incremento sustancial del peso en los machos, además de un mejor aprovechamiento del alimento. Este estudio brinda la oportunidad de generar una alternativa para los productores rurales de la región, con el uso de tenguayacas en cultivos mixtos de tilapia.

ABSTRACT

The bay snook (*Petenia splendida*) called tenguayaca in Mexico, is a piscivorous fish able to prey tilapia fry in captivity conditions. As a way to control the effect of fry's overpopulation Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in mixed cultures (males and females), we experimentally evaluated the effect of the introducing of a local predator, such as bay snook, in semi-intensive culture. The research was conducted in the aquaculture experimental unit in the University of Papaloapan's Loma Bonita Campus. To evaluate the culture's performance, parameters as adult and fry's growth and the variation of water's physicochemical parameters were measured. The results indicate that the bay snook is had a positive effect in controlling the tilapia fry's population. Introducing bay snook in tilapia culture resulted in a substantial increase in the weight of males and better feed utilization. This study provides an opportunity to create an alternative for farmers in the region, using bay snook in mixed cultures of tilapia.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS	v
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Marco teórico	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Antecedentes	5
1.4. Justificación	7
1.5. Hipótesis	9
1.5.1. Predicciones	9
1.6. Objetivos	10
1.6.1. General	10
1.6.2. Particulares	10
2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1. Obtención de organismos	11
2.2. Determinación de la densidad de tenguayacas	11
2.3. Diseño experimental	12
2.4. Análisis de datos	14
3. RESULTADOS	15
3.1. Parámetros fisicoquímicos del agua	15
3.2. Adultos de tilapia	15
3.2.1. Peso de machos	15
3.2.2. Peso de hembras	17
3.2.3. Tasa de crecimiento diario (TCD) de machos	18
3.2.4. Tasa de crecimiento diario (TCD) de hembras	18
3.2.5. Factor de conversión alimenticia (FCA)	19
3.3. Población de alevines de tilapia	20
3.3.1. Histograma de tallas	20

3.3.2. Biomasa de alevines	22
3.4. Tenguayacas	23
3.4.1. Tasa de crecimiento diario	23
4. DISCUSIÓN	24
5. CONCLUSIÓN	29
6. LITERATURA CITADA	30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número de organismos por tratamientos para el estudio del cultivo de tilapia con tenguayaca.	12
Tabla 2. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos por periodos de 28 días, en un ciclo de cultivo de 140 días (\pm error estándar).	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Peso promedio de machos de tilapia (\pm error estándar) en gramos por días de experimentación para los tratamientos evaluados.....	16
Figura 2. Peso promedio de hembras de tilapia (\pm error estándar) en gramos por días de experimentación para los tratamientos evaluados.....	17
Figura 3. Promedio de la tasa de crecimiento diario de machos de tilapias (\pm error estándar) por días de experimentación para los tratamientos evaluados.....	18
Figura 4. Promedio de la tasa de crecimiento diario de hembras de tilapias (\pm error estándar) por días de experimentación para los tratamientos evaluados.	19
Figura 5. Promedio del factor de conversión alimenticia de tilapias (\pm Error estándar) por días de experimentación para los tratamientos evaluados.....	20
Figura 6. Histograma de tallas de alevines de tilapia por periodo de muestreo.	21
Figura 7. Biomasa de alevines de tilapia en gramos para los tratamientos evaluados por periodo de muestreo.....	22
Figura 8. Promedio de la tasa de crecimiento diario de tenguayacas (\pm error estándar) por días de experimentación para los tratamientos evaluados.....	23

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MARCO TEÓRICO

En los últimos años debido al crecimiento acelerado de la población humana, la demanda de alimentos ha aumentado, de lo anterior surge la necesidad de contar con fuentes de abastecimiento de gran aporte nutricional como es el caso de los organismos acuáticos, pues esto determina la seguridad alimentaria para la población humana (FAO, 2003). El conocimiento y manejo que las diferentes poblaciones humanas han adquirido a lo largo del tiempo para explotar diversas especies de animales y plantas, ha proporcionado una facilidad de experimentar diferentes maneras de explotar el medio natural, como el caso de la acuicultura.

Ahora bien la acuicultura se puede definir como la actividad en la que se cultivan organismos acuáticos, como lo son peces, moluscos, crustáceos y plantas. Esta actividad además de ser fundamental en el abastecimiento de alimentos, ayuda a la generación de empleos e ingresos económicos redituables (Alvarez, 1999).

De las especies que más se cultivan se encuentran las tilapias del género *Oreochromis*, debido a que presentan ciertos atributos para una producción rentable como lo son: adaptabilidad a diferentes ambientes de cultivo, altas tasas de crecimiento, resistencia a enfermedades, amplia demanda en el mercado, fácil reproducción, entre otras (Arredondo y Lozano, 2003).

Sin embargo, debido a esta fácil y además precoz reproducción de las tilapias se puede llegar a generar un problema de sobrepoblación en los estanques de cultivo,

repercutiendo negativamente en los índices de crecimiento y por consiguiente en los costos de producción.

Una alternativa para productores locales es el empleo de especies de peces que se alimenten de alevines de tilapias, para tener un controlador natural de la población (técnica conocida como control biológico) (Fortes, 2005). Un ejemplo de este tipo de peces es la tenguayaca (*Petenia splendida*).

La tenguayaca es un pez que se alimenta principalmente de peces, habita en la región sureste de México, es tolerante a amplios rangos de variación en los parámetros fisicoquímicos del agua, tales como la temperatura, el oxígeno disuelto, pH, entre otros (Uscanga, 2006). Esta especie ha estado compartiendo su hábitat con tilapias a partir de la década de los sesentas, época en la cual la tilapia fue introducida a varios cuerpos de aguas del territorio nacional (Arredondo y Lozano, 2003; Arias-Rodriguez *et al.*, 2008).

Con base en todo lo anterior este estudio presenta una alternativa de producción para acuicultores locales de tilapias, mediante el uso de organismos no hormonados de tilapia y una especie local como la tenguayaca, viable económicamente y amigable con el ambiente.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) es una de las especies más importantes en la acuicultura (se tiene conocimiento amplio de las tecnologías de producción a diferentes niveles), crece y se reproduce en un amplio rango de condiciones ambientales y desde el punto de vista de manejo se adapta fácilmente a diversos métodos de producción. Sin embargo su cultivo se ve restringido al uso de poblaciones monosexo (machos) mediante el uso de hormonas. En nuestro país, muchos productores no cuentan con los recursos o conocimientos suficientes, para comprar o para hormonar lotes completos de alevines, por lo que cultivan poblaciones de tilapias de ambos géneros, desconociendo (o desestimando) los problemas que conlleva a realizar esta práctica, como lo es la sobrepoblación.

En cultivos mixtos (machos y hembras) las tilapias maduran antes de la talla comercial (300 a 500 g), a partir de tallas de los 3 meses de edad (entre 40 y 60 g) y bajo condiciones favorables las tilapias se empiezan a reproducir, aumentando con esto el número de organismos en los estanques, provocando un problema de sobrepoblación que posteriormente impactará negativamente en el crecimiento de los peces, debido al comportamiento agresivo y territorialista de esta especie, y además al decremento de la calidad del agua, especialmente a los niveles de oxígeno disuelto. Este tipo de cultivos es común por parte de productores de zonas rurales, teniendo muy poco control del sistema de producción en todos sus procesos, y en particular con la sobrepoblación.

Una alternativa para contrarrestar el efecto de la sobrepoblación de las tilapias en el desempeño de cultivos mixtos es el empleo de una especie ictiófaga como es el caso de la

tenguayaca, la cual es utilizada con tilapias a nivel extensivo y semi-intensivos por parte de productores locales.

Sin embargo no existe información sobre si esta especie es capaz de controlar la población de alevines de tilapias en un cultivo con tilapias, así como la cantidad de tenguayacas adecuadas para contrarrestar dicho efecto.

1.3. ANTECEDENTES

En 1970 el centro acuícola de Temascal realizó un experimento con especies de la región para evaluar la rentabilidad de un policultivo, donde utilizaron tilapias, castarrica y tenguayacas. El estanque de producción se fertilizaba constantemente con desechos de cerdos, sirviendo como generador de la producción primaria, la cual sirvió como alimento para tilapias y castarricas por sus hábitos omnívoros, mientras que las tenguayacas por ser ictiófagas se alimentaron de la población de alevines resultante de los peces cultivados, al final del experimento no se encontraron alevines de peces (Morales, 2003).

Por otro lado, Kwei (1995) llevó a cabo un experimento para estudiar el efecto en el crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) de un policultivo con el pez africano (*Clarias gariepinus*) como depredador de alevines de tilapias en estanques de tierra, en el cual observó que el pez africano fue un buen controlador de la población de alevines de tilapia.

Por otra parte, Herrera (2003) evaluó el consumo de alevines de tilapia que el pez guapote tigre (*Cichlasoma managuense*) es capaz de depredar según su tamaño (entre 44 a 435 g), el cual consistió en ofrecer alevines de tilapia de tres categorías (chicos, medianos y grandes) cada 48 horas en estanques de fibra de vidrio, registrando el número de alevines depredados así como la biomasa consumida por cada guapote.

De igual forma, Abdel-Tawwab (2005) llevó a cabo un experimento para evaluar la eficiencia del pez gato del Nilo (*C. gariepinus*) en la depredación de crías de tilapia del Nilo en acuarios de 45 litros, en el cual observó que la tasa de depredación depende de la talla del depredador, densidad de siembra de las presas y de la alimentación suplementaria durante el periodo de alimentación.

En otro trabajo Barrera y Paz (2006) evaluaron el uso del guapote lagunero (*Parachromis dovvi*) como depredador biológico de alevines de tilapia del Nilo en estanques de tierra, teniendo una duración de 120 días, en el cual se registró el peso de las tilapias cada 30 días así como también el número de alevines. El diseño experimental consistió en tres tratamientos 0, 38 y 75 guapotes con 375 tilapias cada uno. El peso promedio inicial de las tilapias para todos los tratamientos fue de 3 g. La alimentación fue a base de alimento comercial durante todo el ciclo de cultivo. Como resultados obtuvieron que el número de alevines de tilapias fue significativamente mayor en el tratamiento control que con respecto a los que tenían depredador.

Por otro lado, Offem *et al.* (2009) realizaron un estudio para evaluar el efecto de la introducción de peces gato (*Heterobranchus longifilis*) de diferentes tamaños como depredador de crías de tilapia del Nilo en el desempeño del cultivo. El experimento se llevó a cabo en nueve estanques de tierra a un nivel de producción semi-intensivo por un periodo de 168 días. Reportando como resultado que el uso controlado del pez gato en cultivo con tilapias resulta en un incremento en la rentabilidad del cultivo.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Debido a los problemas inherentes en la producción acuícola local como la falta de personal capacitado, falta de experiencia por parte de los productores, sistemas de cultivos caros (costos de producción) y complejos, entre otros, se pretende obtener datos sobre el rendimiento de un cultivo mixto de tilapias con el empleo de una especie ictiófaga de la región como control biológico de la población de alevines de tilapia, dando una alternativa de producción de tilapia práctica los productores de baja escala (manejo mínimo del sistema de producción), acorde con los planes de buenas prácticas de cultivo, económica y amigable con el medioambiente.

Con esta información un acuicultor se ahorraría el trabajo de tener que separar manualmente por género a la población de tilapias a cultivar, que sería la manera más práctica de evitar la reproducción incontrolada de estos peces en cultivos mixtos. Al poder controlar la sobrepoblación de alevines de tilapias se tendrían al final del ciclo de producción tallas de peces mas uniformes entre géneros, así como mejores tasas de crecimiento y conversión alimenticia, que se vería reflejado en la rentabilidad del cultivo.

Además, esta alternativa de producción evita el uso de peces a cultivar a los cuales se les administran hormonas (masculinización) en su alimentación, los cuales han sido objeto de indagaciones en cuanto a su inocuidad y repercusiones ambientales, y que este proceso está prohibido en Estados Unidos de América por la FDA (Food and Drug Administration), entidad encargada de regular la calidad alimentaria de dicho país.

Asimismo, en este tipo de cultivos se registra una eficiencia mayor en las tasas de crecimiento de los peces y conversión alimenticia, debido a la disponibilidad constante de

alimento natural (aprovechamiento racional de los recursos), el cual sirve como complemento a la alimentación con dietas comerciales de tilapias.

Finalmente, la producción de peces contribuye a atenuar la demanda, generar empleos así como a disminuir la pobreza alimentaria, y contribuir con una mejora en la calidad de la alimentación para la población humana, alternativa prioritaria para grupos marginales y vulnerables (según acuerdos tomados durante la vigésima novena sesión del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial en Roma, Italia en 2003).

1.5. HIPÓTESIS

Dadas las características ictiófagas de las tenguayacas, en particular sobre alevines de tilapia, y de su historial como cohabitantes en la cuenca del Papaloapan, se espera que su empleo en un sistema de cultivo mixto (semi-intensivo) de tilapia, resulte en un control de la población de alevines y en un mejor desempeño del cultivo de tilapia.

1.5.1. PREDICCIONES

1. Se presentarán diferencias significativas en al menos un parámetro fisicoquímico del agua entre los tratamientos.
2. Se presentarán diferencias significativas en los índices de crecimiento entre los tratamientos.
3. La población de alevines de tilapias será significativamente mayor en el tratamiento testigo (sin tenguayacas) en comparación con los otros tratamientos (con tenguayacas).
4. Sólo en condiciones de ausencia de depredadores, será posible observar una distribución de tallas completa de la población de alevines.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. GENERAL

Evaluar el efecto de dos diferentes densidades de tenguayacas en el control de la población de alevines de tilapia, en un cultivo mixto (machos y hembras) a nivel semi-intensivo.

1.6.2. PARTICULARES

1. Monitorear los diversos parámetros fisicoquímicos del agua (Temperatura, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, amonio y fosfatos), durante el periodo de cultivo.
2. Evaluar el crecimiento en peso y sobrevivencia de tilapias y tenguayacas durante un periodo de cultivo.
3. Comparar la variación de tallas y abundancia de los alevines producidos a diferentes densidades de siembra de la mojarra tenguayaca.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. OBTENCIÓN DE ORGANISMOS

Un lote de alevines de tilapia del Nilo (*O. niloticus*) de la estación piscícola de Temascal, Oaxaca, fueron trasladados a la Unidad Acuícola Experimental de la Universidad del Papaloapan (Campus Loma Bonita) y posteriormente colocados en dos estanques de 4 metros de diámetro, hechos a base de ferrocemento, en los cuales se sometieron a un periodo de crecimiento de aproximadamente 12 semanas (hasta alcanzar a la madurez sexual). Los alevines fueron alimentados 5 veces al día con alimento comercial (Nutripec) con un contenido de proteína de 45%. Se midieron diariamente los parámetros fisicoquímicos de temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/L), registrando en esta etapa valores dentro de los rangos permisibles para el óptimo crecimiento de esta especie.

Aunado a esto se colectaron del medio natural organismos de tenguayaca (*P. splendida*) y fueron colocados en estanques de 3 m de diámetro y alimentados 2 veces al día con presas vivas (peces poecilidos conocidos como topos).

2.2. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE TENGUAYACAS

Para definir la cantidad de tenguayacas a usar durante la fase de experimentación de este estudio, se realizó un experimento preliminar en el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad del Papaloapan ubicado en la Ciudad de Loma Bonita, perteneciente al estado de Oaxaca. El objetivo de este estudio fue determinar en promedio el número y biomasa de alevines de tilapia que la tenguayaca es capaz de consumir.

Se asignaron individualmente y de manera aleatoria, 18 ejemplares de tenguayacas con pesos de entre 38 y 123 gramos en acuarios de vidrio de 70 litros. Los acuarios

estuvieron ubicados en una sala climatizada a temperatura constante (28°C) con un fotoperiodo de 12:12. Diariamente se monitorearon el oxígeno disuelto (mg/L) y la temperatura (°C) del agua, con un medidor multiparámetros de la marca YSI modelo 556 MPS. Antes de iniciar el experimento, las tenguayacas fueron mantenidas por 48 horas sin alimentación.

A las tenguayacas se les alimentó con alevines de tilapia (peso promedio de 0.35 g) en lotes de 40 alevines dos veces al día (10:00 y 18:00 hrs) por un periodo de 5 días. Antes de cada alimentación se contó el número de alevines sobrevivientes y así se determinó los alevines consumidos.

2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este estudio se planteó un experimento simple completamente aleatorio con el fin de evaluar el efecto de la densidad de siembra de tenguayaca en un cultivo a nivel semi-intensivo con tilapias. Se evaluaron 3 tratamientos, con tres réplicas, de 0, 1, y 3 tenguayacas respectivamente con 10 machos y 10 hembras de tilapia por unidad experimental durante 140 días en estanques de ferrocemento con un volumen de agua de 7,000 litros (Tabla 1).

Tabla 1. Número de organismos por tratamientos para el estudio del cultivo de tilapia del Nilo con tenguayaca.

Tratamiento	Organismos por estanque	
	Tilapias (1Macho : 1 Hembra)	Tenguayacas
T1	20	0
T2	20	1
T3	20	3

La alimentación se hizo 3 veces al día (9:00, 13:00, 17:00 hrs) con alimento comercial de la marca Nutripec con un contenido de proteína de 35% y la ración se dio a saciedad aparente.

Se midieron parámetros diarios de temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/L) con un medidor multiparamétrico de la marca YSI modelo 556 MPS, mientras que el pH, amonio (mg/L), nitrito (mg/L), nitrato (mg/L), alcalinidad (mg/L) y fosfatos (mg/L) una vez cada 7 días con test cualitativos comerciales de la marca “Nutrafin”.

Se realizaron biometrías de las tilapias y tenguayacas cada 28 días registrando datos de crecimiento en talla (cm) y peso (g). Se usaron los siguientes índices de crecimiento: Tasa de conversión alimenticia expresada como $TCA = \text{peso del alimento consumido en gramos} / \text{peso ganado por el organismo en gramos}$; tasa de crecimiento diario expresada como $TCD = [\text{Peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}] / \text{número de días}$; y sobrevivencia (S).

En cada sesión de biometría, la población completa de alevines de tilapia de cada estanque, fue revisada para obtener datos de abundancia y talla. Lo anterior se realizó mediante el proceso repetido y sistemático de colocar pequeñas cantidades de alevines en un recipiente de fondo claro, plano y de forma rectangular (30 x 20 cm), de tal modo que fuese posible tomar fotografías con una cámara digital marca Canon de 4 megapíxeles. En cada registro de imagen se cuidó que el nivel de agua fuese el suficiente para visualizar sólo una capa de peces, además de disminuir lo más posible el efecto de difracción en la lectura de una regla graduada, colocada en el fondo del recipiente. A partir de dichas imágenes se realizó el conteo de alevines y mediante el uso del software TpsDig2, se estimó la talla (longitud total) de cada individuo.

2.4. ANÁLISIS DE DATOS

Los valores de biomasa de los alevines, fueron estimados con base en el producto entre el peso promedio reportado en la literatura para un alevín (Phelps y Popma, 2000, Cantor 2007) y los valores de abundancia obtenidos en el experimento. Se elaboraron gráficos e histogramas para la abundancia y distribución de tallas de los alevines.

Para las mediciones de pesos de los adultos de tilapia se llevaron a cabo pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza utilizando las pruebas de Shapiro-Wilk y la prueba de Levene, luego se hizo un análisis de varianza, y posteriormente una prueba de Tukey para detectar diferencias entre los tratamientos. Las comparaciones estadísticas fueron realizadas por bloques (bloques = periodos de muestreo). Se trabajó a un alfa de 0.05. Para los cálculos estadísticos se utilizó el software Statistica versión 7.

3. RESULTADOS

3.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA

Durante todo el periodo de experimentación no se presentaron diferencias en las variables de calidad de agua que se monitorearon entre los tratamientos (Tabla 2). La temperatura y el oxígeno disuelto presentaron un decremento en todos los tratamientos a través del experimento, mientras que la alcalinidad se mantuvo constante (44 mg/L). El amonio total y fosfatos se presentan como un valor cualitativo, y se mantuvieron dentro del intervalo óptimo para todos los tratamientos a lo largo del periodo de cultivo.

Tabla 2. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos por periodos de 28 días, en un ciclo de cultivo de 140 días (\pm error estándar).

		Día				
		28	56	84	112	140
T ⁰	Temperatura (°C)	29.8 \pm 0.2	29.1 \pm 0.2	26.7 \pm 0.1	24.8 \pm 0.2	23.9 \pm 0.2
	Oxígeno disuelto (mg/L)	8 \pm 0.3	7.4 \pm 0.2	5.6 \pm 0.2	3.6 \pm 0.1	3.7 \pm 0.1
	pH	7.9 \pm 0.3	8.2 \pm 0.2	8.3 \pm 0.2	8.1 \pm 0.2	7.8 \pm 0.1
T ^I	Temperatura (°C)	29.8 \pm 0.2	29.2 \pm 0.2	26.8 \pm 0.1	24.8 \pm 0.2	23.9 \pm 0.2
	Oxígeno disuelto (mg/L)	7.6 \pm 0.3	8 \pm 0.2	6.1 \pm 0.2	3.9 \pm 0.1	4.4 \pm 0.1
	pH	8.1 \pm 0.3	8.6 \pm 0.2	8.5 \pm 0.2	8.3 \pm 0.2	7.9 \pm 0.1
T ^S	Temperatura (°C)	29.7 \pm 0.2	29.2 \pm 0.2	26.8 \pm 0.1	25.1 \pm 0.2	23.8 \pm 0.2
	Oxígeno disuelto (mg/L)	7 \pm 0.3	7.6 \pm 0.2	6.1 \pm 0.2	3.4 \pm 0.1	4.3 \pm 0.1
	pH	7.8 \pm 0.3	8.3 \pm 0.2	8.3 \pm 0.2	8.3 \pm 0.2	7.8 \pm 0.1

3.2. ADULTOS DE TILAPIA

3.2.1. PESO DE MACHOS

El peso promedio de los machos de tilapia bajo diferentes densidades del depredador como agentes de control sobre la población de alevines en un ciclo de cultivo de 140 días se presenta en la Figura 1. Al inicio del experimento el peso promedio fue de 177 g para los

tratamientos evaluados. Se observó que el peso promedio del tratamiento sin depredador (T0) tendió a la baja a partir del día 84 en comparación con los tratamientos con depredador (Figura 1). Al final del experimento el peso promedio de los machos fue de 506.7 g, 540.9 g y 572.1 g para el tratamiento T0, T1 y T3 respectivamente, presentando diferencias significativas ($F_{2,87}=9.04$, $n= 90$, $P=0.00027$). Entre los tratamientos con diferentes densidades de depredador (T1-Una tenguayaca y T3-tres tenguayacas) no hubo diferencias significativas. No obstante cuando hubo ausencia de depredador (T0), se obtuvieron pesos significativamente menores, según una prueba de Tukey ($p<0.05$) aplicada.

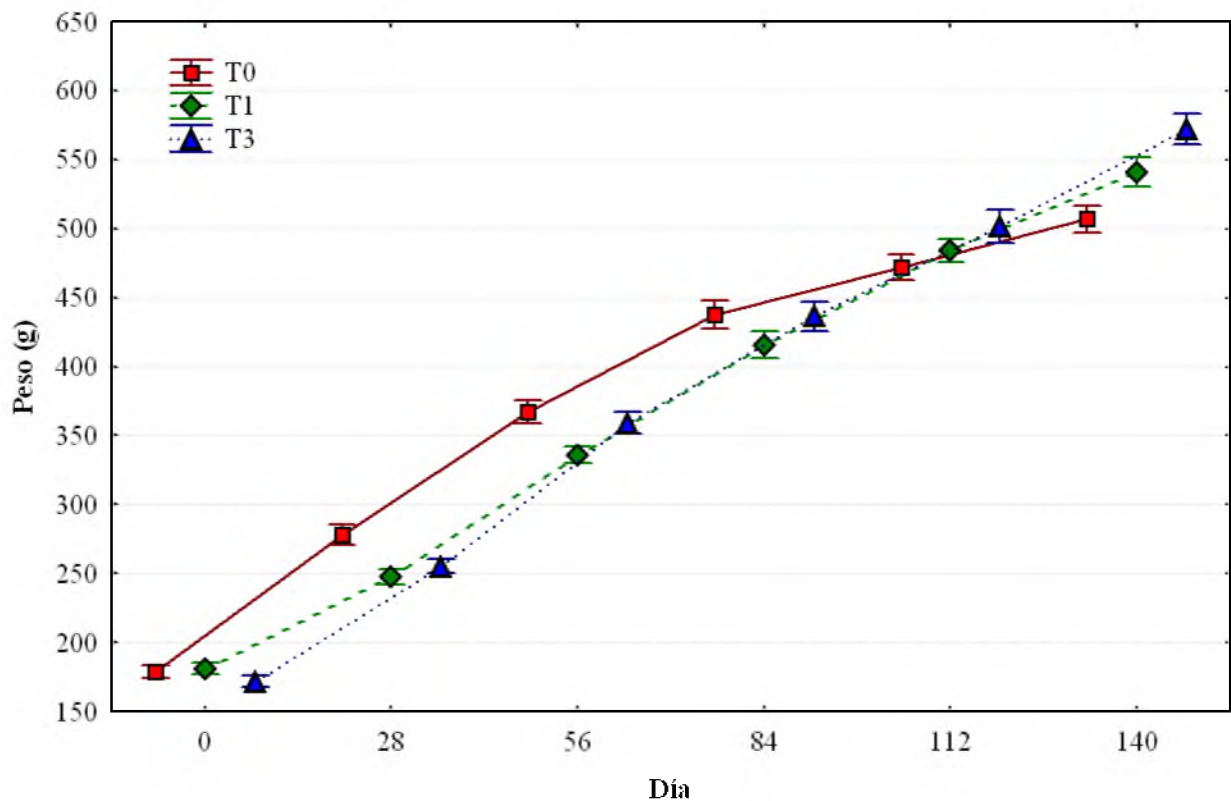


Figura 1. Peso promedio de machos de tilapia del Nilo (\pm error estándar) en gramos por días de experimentación para los tratamientos evaluados.

3.2.2. PESO DE HEMBRAS

El peso promedio de las hembras de tilapia bajo diferentes densidades de depredador como agentes de control sobre la población de alevines en un ciclo de cultivo de 140 días se observa en la Figura 2. Al inicio del experimento el peso promedio fue de 104.0 g en tanto que para el día 140, los valores de pesos promedios ocurrieron entre los 253.0 y 263.0 g. Al final del experimento el peso promedio de las hembras de tilapia no presentó diferencias significativas, ya sea con depredador o en ausencia de este en el control de la población de alevines de tilapia. ($F_{2,87}=0.208$, $n=90$, $P=0.81$).

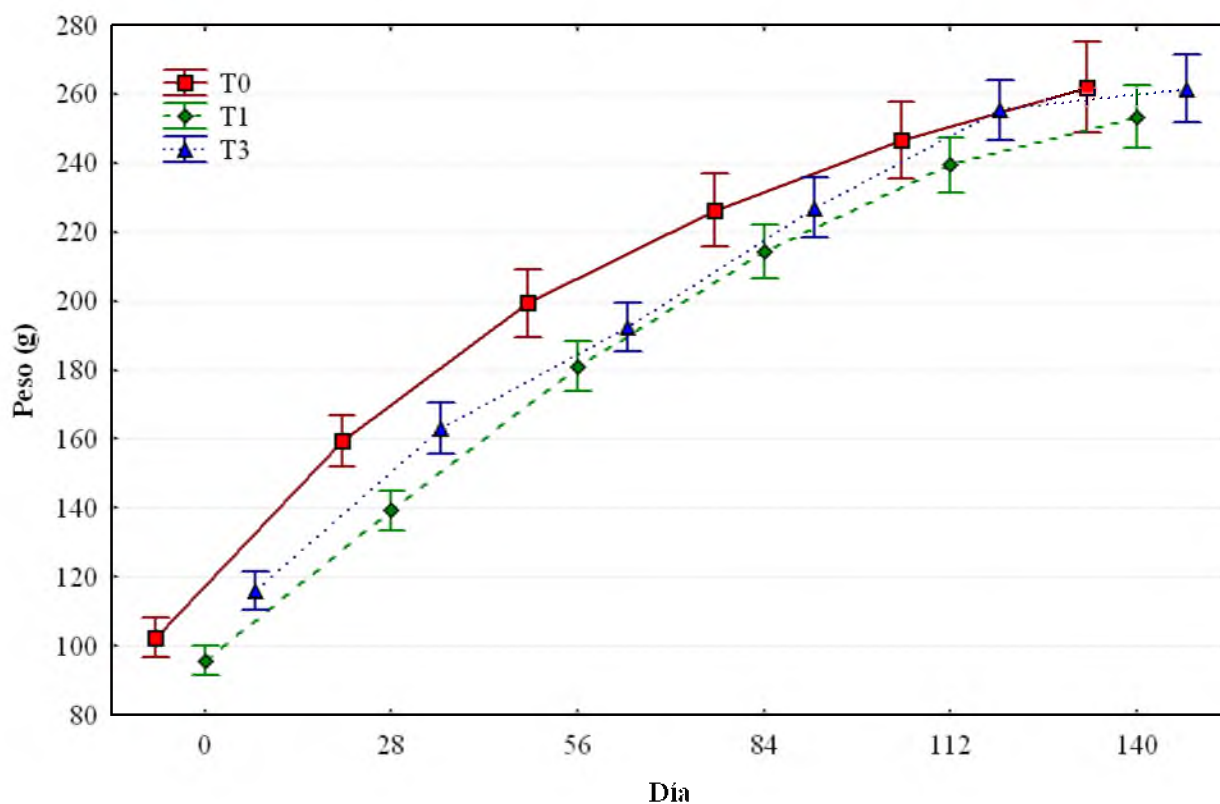


Figura 2. Peso promedio de hembras de tilapia del Nilo (\pm error estándar) en gramos por días de experimentación para los tratamientos evaluados.

3.2.3. TASA DE CRECIMIENTO DIARIO (TCD) DE MACHOS

En la figura 3 se muestra el promedio de la tasa de crecimiento diario de machos de tilapia para los tratamientos evaluados durante periodos de 28 días de experimentación. Se observa una tendencia negativa para los tres tratamientos, sin embargo a partir del día 112, se hace evidente que el tratamiento sin depredador presenta una TCD significativamente menor con respecto a los tratamientos con depredador.

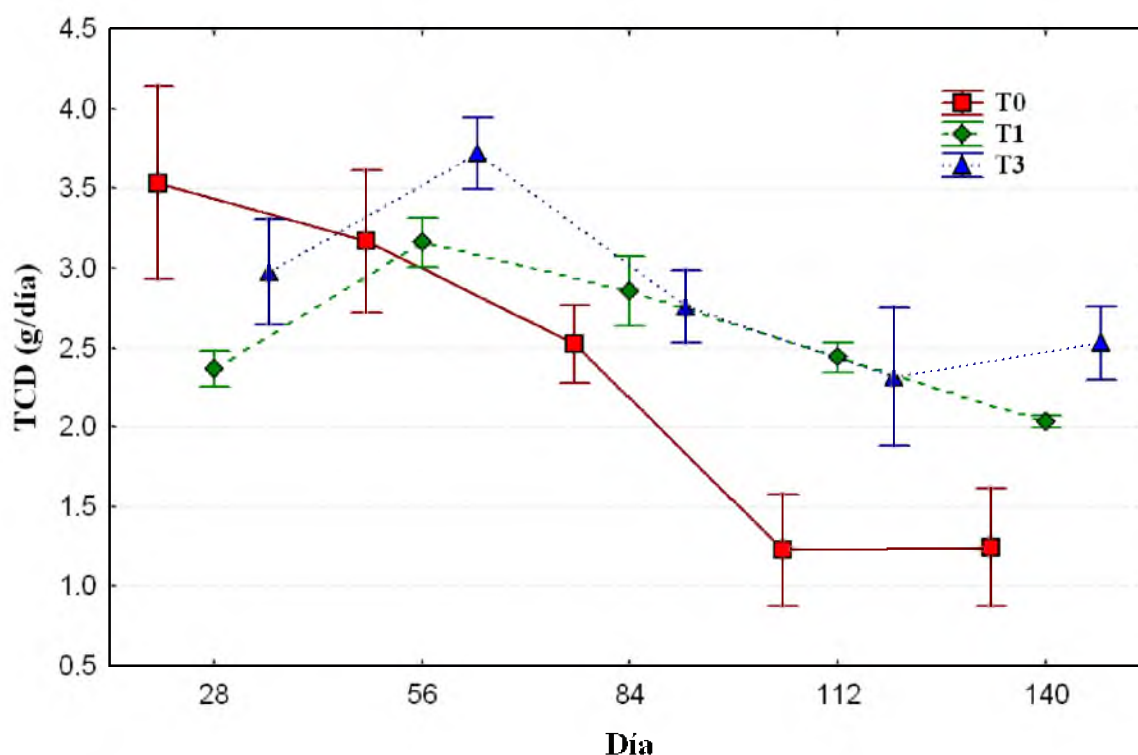


Figura 3. Promedio de la tasa de crecimiento diario de machos de tilapia del Nilo (\pm error estándar) por días de experimentación para los tratamientos evaluados.

3.2.4. TASA DE CRECIMIENTO DIARIO (TCD) DE HEMBRAS

En la figura 4 se muestra el promedio de la tasa de crecimiento diario de hembras de tilapia para los tratamientos evaluados por periodos de 28 días de experimentación. Se observa una tendencia negativa con el transcurso del tiempo para los tres tratamientos, no existe

evidencia estadística de que la introducción de tenguayacas en el cultivo haya afectado el crecimiento de las hembras de tilapia.

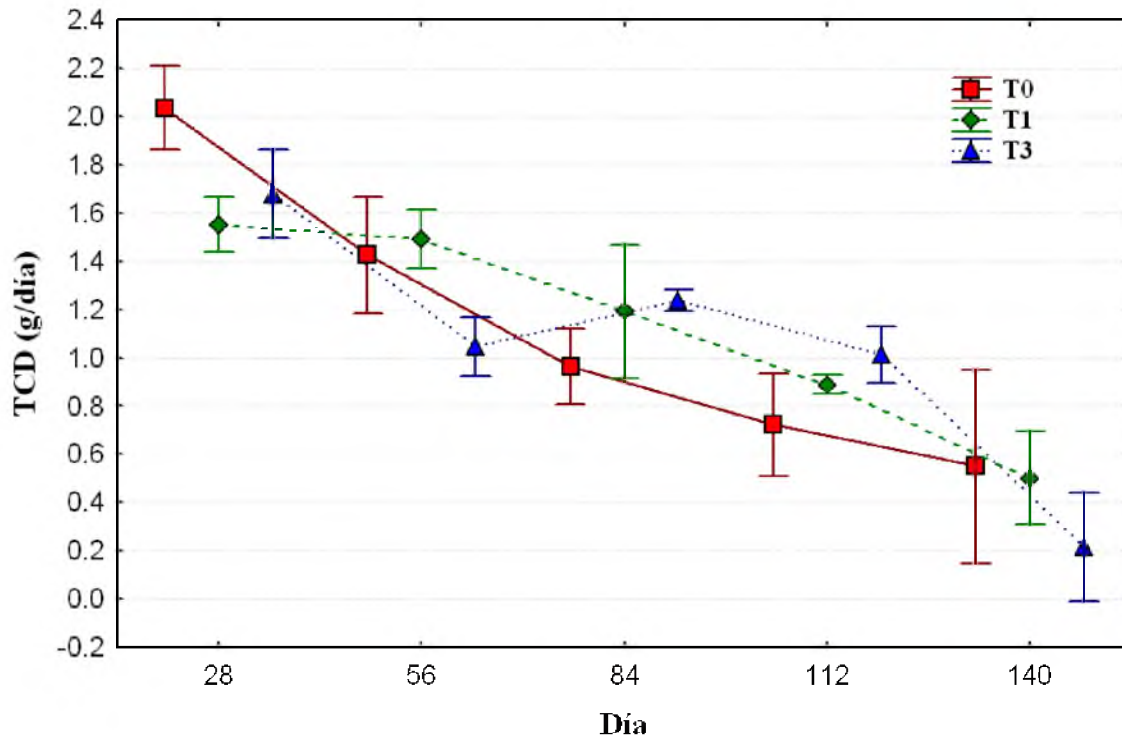


Figura 4. Promedio de la tasa de crecimiento diario de hembras de tilapia del Nilo (\pm error estándar) por días de experimentación para los tratamientos evaluados.

3.2.5. FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (FCA)

Los datos obtenidos del FCA para los tres tratamientos se encuentran contenidos en la Figura 5. No se observan diferencias aparentes para los primeros 56 días registrando valores cercanos a 1.5, sin embargo se hace evidente un aumento de este índice para el tratamiento sin depredadores (T0) a partir del día 84, hasta tener un valor de 7 para el día 140. Los tratamientos con depredador presentan tendencias menos pronunciadas en cuanto a este índice, teniendo para el día 140 valores por debajo de 2.

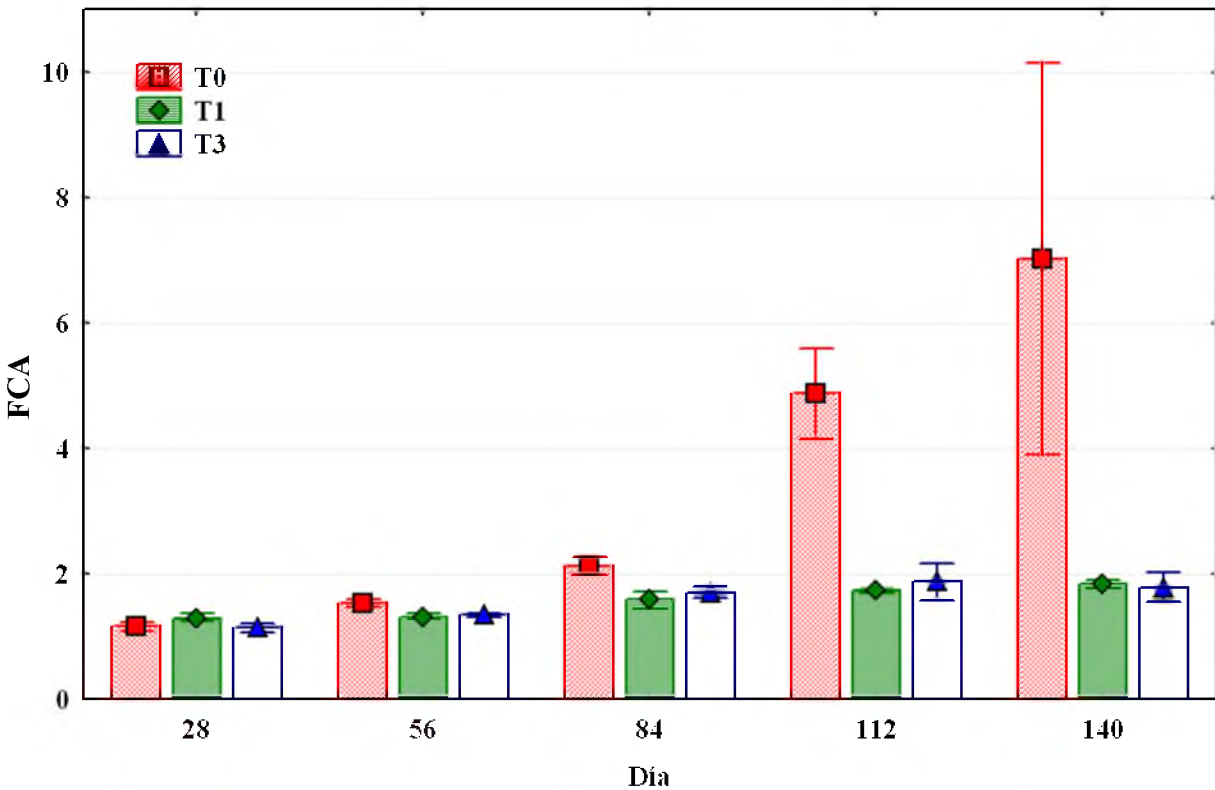


Figura 5. Promedio del factor de conversión alimenticia de tilapia del Nilo (\pm error estándar) por días de experimentación para los tratamientos evaluados.

3.3. POBLACIÓN DE ALEVINES DE TILAPIA

3.3.1. HISTOGRAMA DE TALLAS

Se muestra un histograma de tallas de la población de alevines obtenida en cada periodo de muestreo (Figura 6). Se observa que en ausencia de depredadores (T0) la población de alevines fue aumentando de talla con respecto al tiempo, teniendo para el día 140, algunos alevines alcanzaron tallas de hasta 16 cm, mientras que en los tratamientos con depredador (T1 y T3) la población de alevines se mantuvo en las tallas de 1 y 2 cm para todos los periodos de muestreo.

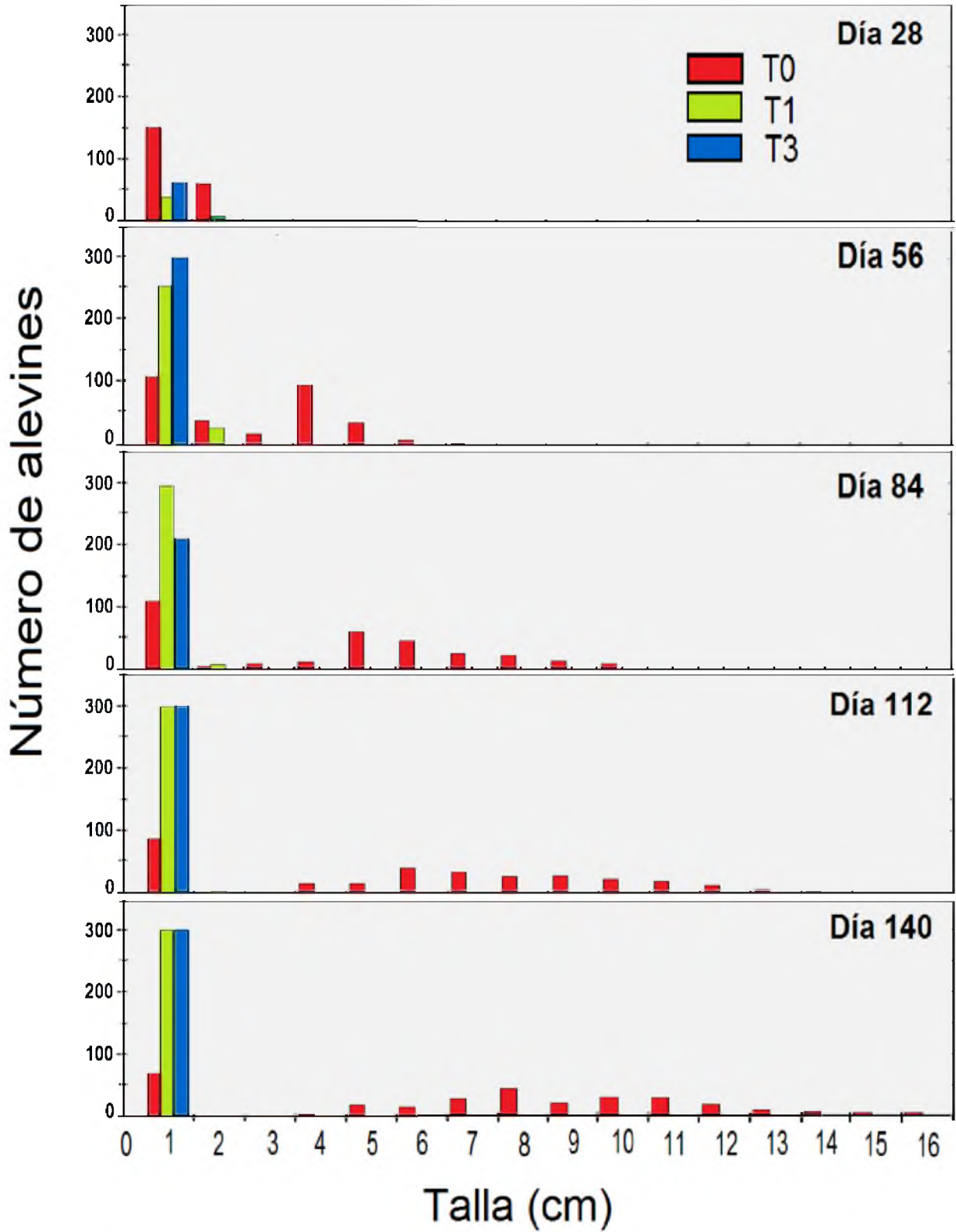


Figura 6. Histograma de tallas de alevines de tilapia del Nilo por periodo de muestreo.

3.3.2. BIOMASA DE ALEVINES

La figura 7 muestra el valor en biomasa de los alevines de tilapia del Nilo durante los periodos de muestreo, observándose que para el día 28 no se aprecian diferencias entre los tratamientos, registrando valores promedio de 5 g, sin embargo para los siguientes periodos el tratamiento sin depredador (T0) los valores fueron aumentando hasta llegar a 3,600 g de biomasa de alevines al final del período de experimentación, mientras que los tratamientos con depredador (T1 y T3) la biomasa de alevines se mantuvo constante con respecto al primer periodo.

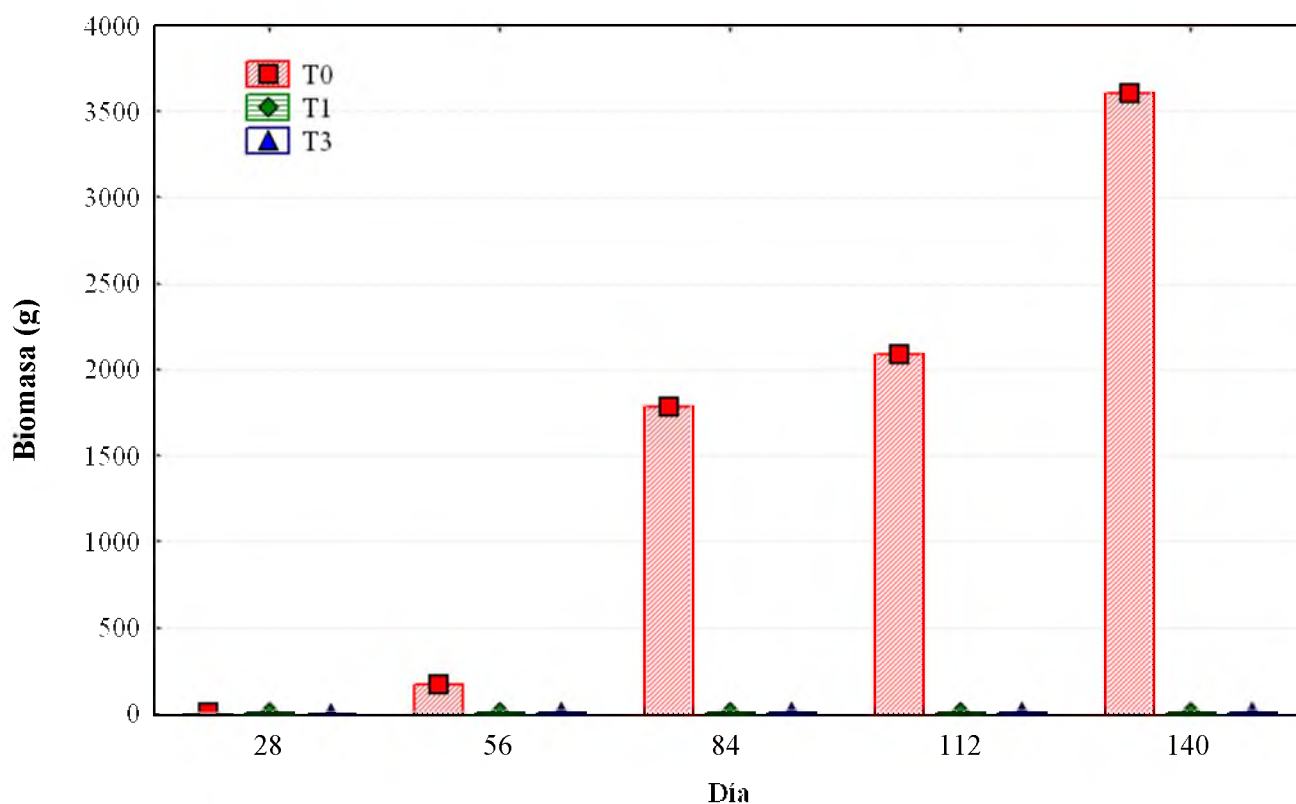


Figura 7. Biomasa de alevines de tilapia del Nilo para los tratamientos evaluados por periodo de muestreo.

3.4. TENGUAYACAS

3.4.1. TASA DE CRECIMIENTO DIARIO

La figura 8 muestra los valores promedio en periodos de 28 días para la tasa de crecimiento diario de las tenguayacas usadas durante el experimento. Se observó nula ganancia de la tasa de crecimiento diario durante el primer periodo, sin embargo para el siguiente periodo se nota un incremento el cual parece reflejado hasta el final del experimento en el tratamiento con un solo depredador. El tratamiento con 3 depredadores presenta una tendencia muy similar con el tratamiento con un solo depredador, siendo que para el final del periodo los valores se encuentran cercanos a 0.2.

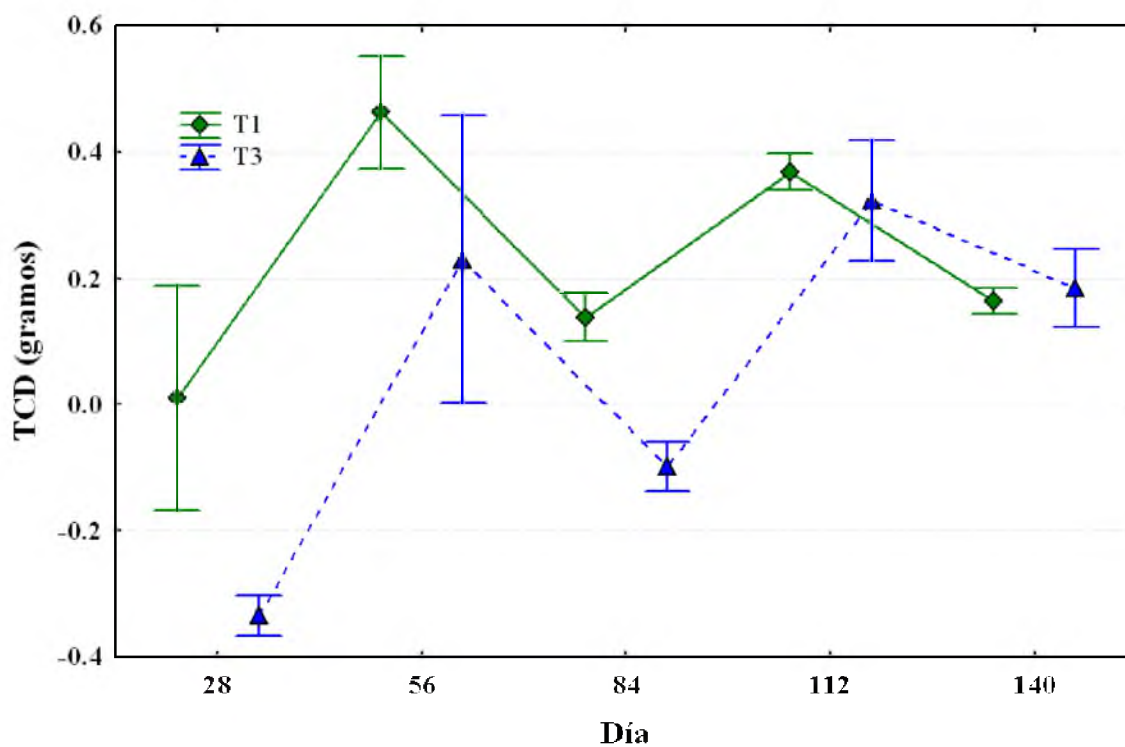


Figura 8. Promedio de la tasa de crecimiento diario de tenguayacas (\pm error estándar) por días de experimentación para los tratamientos evaluados.

4. DISCUSIÓN

En el presente estudio, la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua (oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, amonio y fosfatos) mostraron condiciones adecuadas para el cultivo de tilapia, ya que los resultados estuvieron dentro de los intervalos recomendados para esta especie (Camacho *et al.*, 2000; Arredondo y Lozano, 2003; Lim y Webster, 2005; Cantor, 2007).

Por otra parte, el uso de peces piscívoros para el control de la población de alevines de tilapia en condiciones de cultivo no es nuevo, en otras partes del mundo se han utilizado especies diversas como por ejemplo el cíclido africano (*Hemichromis fasciatus*) (Bardach *et al.*, 1972), perca del Nilo (*Lates niloticus*) (Planquette, 1974), guapote tigre (*C. managuense*) (Dunseth y Bayne, 1978; Herrera, 2003), arenque de agua dulce (*Megalops cyprinoides*) (Fortes, 1980), bagre africano (*C. gariepinus*) (Kwei, 1995; de Graaf *et al.*, 1996), pez cabeza de serpiente africano (*Ophiocephalus obscuris*) (FAO, 1996), peces cabeza de serpiente (*Channa striata* y *Channa obscura*) (Yi *et al.*, 2002 y Fagbenro, 1989 respectivamente) y guapote lagunero (*P. dovii*) (Barrera y Paz, 2006).

En el presente estudio, se fue posible obtener evidencia de que el empleo de la tenguayaca como depredador de alevines de tilapia pudo propiciar un mejor desempeño en el cultivo, manifestado por un incremento del peso en los machos de tilapia, mientras que en las hembras no se observaron diferencias de pesos con o sin presencia de depredadores.

Solo bajo condiciones óptimas es posible obtener índices de crecimiento aceptables; sin embargo, si uno o varios factores son modificados, la canalización de energía (proveniente de la alimentación) hacia el crecimiento no es prioritaria y la energía es distribuida hacia otros procesos que toman mayor relevancia (Martínez-Porchas *et al.*,

2009). Y es que, en contraste con las hembras, el comportamiento territorial y agresivo de los machos de la tilapia pudo propiciar que en los tratamientos sin depredador, se generase un estrés permanente de los individuos debido a las condiciones de sobrepoblación, provocando un desvío de la energía que sería destinada al crecimiento hacia procesos metabólicos (síntesis y acción de hormonas, consumo excesivo de glucosa, entre otros) (Ram, 2000; Arredondo y Lozano, 2003; Nandlal y Pickering, 2004; Lim y Webster 2005; Yakubu *et al.*, 2012).

Ahora bien, en cuanto al crecimiento en peso de las hembras, se sabe que en esta especie presentan bajas tasas de crecimiento en comparación con los machos, dado que la energía que se obtiene de la alimentación y que debería ser destinada al crecimiento, se desvía hacia la producción de huevos (Jover *et al.*, 1998; Lim y Webster, 2005; Bhatta *et al.*, 2012). En segunda instancia, también el cuidado de la progenie influye, ya que los huevos después de ser fertilizados por el macho, son colectados por la hembra y puestos en su cavidad bucal donde los mantiene incubando entre 5 a 10 días, tiempo en el cual no se alimenta y llegan a perder hasta un tercio de su peso (Popma y Masser, 1999; Ram, 2000; Camacho *et al.*, 2000; Arredondo y Lozano, 2003; Nandlal y Pickering, 2004; Lim y Webster, 2005; Cantor, 2007). El hecho de no observar diferencias significativas en el peso promedio de las hembras podría deberse a que en los tratamientos con y sin depredador se tuvo un factor en común que limita el crecimiento, la reproducción.

Resultados comparables en cuanto a un mejor desempeño del crecimiento de las tilapias con la introducción de un pez ictiófago como control de la población de alevines de tilapia en cultivos mixtos los obtuvieron Dunseth y Bayne (1978), de Graaf *et al.* (1996), Yi *et al.* (2002), así como Barrera y Paz (2006), usando como depredadores *C. managuense*, *C.*

striata, *C. gariepinus* y *O. obscuris*, y *P. dovii* respectivamente. Lo anterior contrasta con un estudio reportado por Kwei (1995), en el cual no encontró diferencias en el crecimiento de poblaciones mixtas de tilapias con y sin depredador (*C. gariepinus*); Su explicación radica en que a partir del día 40 se suspendió el suministro de alimento, obteniendo un pobre crecimiento para el final del cultivo de 120 días. En nuestro estudio, el aporte de alimentación fue constante durante todo el experimento, lo cual descarta en primera instancia, posibles fuentes de variación asociados al régimen de alimentación.

La cantidad de alevines de tilapias que se llegan a producir en la ausencia de un depredador puede llegar a representar del 23 al 70% de la biomasa total al final de un cultivo, siendo estos peces de tamaño pequeño y sin valor comercial (Lovshin *et al.*, 1990; FAO, 1996; Kwei, 1995; Fortes, 2005). Este dato comparado con el obtenido durante este estudio, enfatiza la relevancia de medir el efecto de la densidad de depredadores en el desempeño de un cultivo, ya que en nuestro experimento los alevines llegaron a representar hasta el 45 % de la biomasa total al final del cultivo para el tratamiento sin depredador.

Entonces la presencia de aproximadamente el 21% de crías de tilapias con tallas por arriba de los 5 cm en el tratamiento sin depredador a partir del día 84, las cuales según Cantor (2007) y Nutripec (2013) ya consumen alimento balanceado de crecimiento (Obs. Pers.), causó un aumento del FCA, teniendo que para el final del cultivo un valor de 7, es decir 7 Kg de alimento comercial tendrían un rendimiento de 1 Kg de tilapia viva. El FCA para los tratamientos con depredador se mantuvo en promedio en 1.5. Cultivos a nivel comercial de poblaciones monosexo en estanques de geomembrana llegan a tener un FCA de 1.66 a lo largo del periodo de engorda (Vega-Villasante *et al.*, 2010), mientras que en cultivos en jaulas son en promedio de 1.2 (Balcazar *et al.*, 2002). Por lo tanto estos

resultados reflejan un mejor rendimiento del cultivo con presencia de depredadores. Al final del experimento en los tratamientos con depredador se obtuvo un ahorro del 21% en cuanto al alimento consumido con respecto a los tratamientos en ausencia de depredador.

Cabe mencionar que la temperatura afecta directamente el metabolismo de las tilapias, teniendo que una disminución debajo del óptimo de 28°C (Camacho y Moreno, 2000; Nicovita, 2001; Cantor, 2007), afecta directamente el crecimiento, mientras que a menores de 22°C (Behrends *et al.*, 1990) afecta la reproducción. Si las condiciones de temperaturas presentadas en los primeros 56 días se hubiesen mantenido hasta el final del experimento, los machos de tilapias debieron de haber presentado valores entre los 3.5 y 4 para la TCD, y 1.4 a 1.5 para la FCA, acentuando aun más las posibles diferencias encontradas entre los tratamientos. Así entonces la disminución de la temperatura después de 56 días de tratamiento pudo haber disminuido el crecimiento de los peces. En cuanto a la reproducción esta no se vio afectada por este parámetro ya que en todos los tratamientos se colectaron alevines recién eclosionados al momento de las biometrías, sin embargo, en el tratamiento sin depredador, donde fue posible observar un aumento de la población de tilapia, se observó que la cantidad de alevines obtenidos por la reproducción fue decreciendo con el tiempo, muy probablemente debido a la alta densidad de peces (adultos y progenie), como hace mención Chakraborty *et al.* (2011) que a densidades elevadas (50 tilapias por metro cúbico) se inhibe.

La introducción de un depredador como la tenguayaca en cultivos mixtos de tilapia ayudó de manera sustancial en el control de la población de alevines de tilapia, datos similares fueron reportados con otros peces piscívoros como: *C. managuense* (Dunseth y Bayne, 1978), *C. gariepinus* (Kwei, 1995), *O. obscuris* (de Graaf, 1996), *C. striata* (Yi *et*

al., 2002), y *P. dovii* (Barrera y Paz, 2006). La diferencia en la eficiencia de dicho consumo de alevines de tilapias, entre las especies de peces piscívoros usados radica esencialmente en los hábitos de alimentación (carnívoro, omnívoro), densidad de siembra del depredador, y el tamaño del depredador.

Durante el experimento las proporciones de tenguayaca: tilapia (1:20 y 3:20) empleadas en el cultivo fueron excesivas, esto se vio reflejado en el pobre o casi nulo crecimiento de las tenguayacas, que siendo una especie ictiófaga y teniendo como base de alimentación los alevines de tilapias, creemos que la cantidad de alevines no fue suficiente para hacerles ganar peso. Con base a esto se sugiere disminuir la densidad de tenguayacas para posteriores pruebas, y así poder determinar una densidad óptima del depredador en el cultivo con tilapia

Los cultivos de tilapia, principalmente en sistemas de producción rural a baja escala, suelen estar restringidos a poblaciones monosexo (machos) de tilapia. También se ven limitados por diversos factores como la poca disponibilidad de tilapias revertidas en esta región, la falta de personal calificado, pocos recursos para los costos de producción, entre otros. Lo anterior señala a la tenguayaca como una alternativa viable para la producción de estas especies en sistemas de producción de nivel semi-intensivo, los resultados de este estudio pueden ser indicio de ello.

5. CONCLUSIÓN

El presente estudio confirma que la reproducción incontrolada de las tilapias en cultivos mixtos, causa un impacto negativo en la producción, y esto se ve contrarrestado, por lo menos para los machos, con la introducción de la tenguayaca (*P. splendida*), especie local que mejora el rendimiento del cultivo.

Por su parte, el rendimiento de la producción de cultivos mixtos de tilapias con un depredador (*P. splendida*) fue similar a cultivos comerciales, lo cual representa una alternativa viable para los productores locales que usan tilapias monosexo. Además desde el punto de vista de la acuicultura responsable, dicha alternativa representa también una oportunidad para la producción de alimento alto en calidad proteínica, amigable con el ambiente, y acorde con las políticas basadas en el desarrollo sustentable.

6. LITERATURA CITADA

- Alvarez, T. P., 1999. Desarrollo de la acuicultura en México y perspectivas de la acuicultura rural. En: Taller ARPE, FAO-UCT. México.
- Abdel-Tawwab, M., (2005). Predation efficiency of Nile catfish, *Clarias gariepinus*, on fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of prey density, predator size, feed supplementation and submerged vegetation. *Turkish journal of fisheries and aquatic sciences* 5: 69-74.
- Arias-Rodríguez, L., Ibarra-Castro, L., Páramo-Delgadillo, S., 2008. Los cromosomas mitóticos y meióticos del pez tropical *Petenia splendida* (Cichlidae). *Rev. biol. trop* 2 56: 895-907.
- Arredondo, F. y Lozano, S., 2003. La acuicultura en México. UAM, Unidad Iztapalapa. México.
- Balcazar, J., Aguirre, A., Gomez, G. y Paredes, W., 2002. Culture of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) in marine cages: effects of stocking density on survival and growth. Disponible en internet : <http://agrilibecdn.tamu.edu/fisheries/files/2013/09/Culture-of-Hybrid-Red-Tilapia-Oreochromis-mossambicus-x-Oreochromis-niloticus-in-Marine-Cages-Effects-of-Stocking-Density-on-Survival-and-Growth.pdf> (consulta el 25 de Octubre de 2013).
- Bardach, J. E., Ryther J. H. and McLarney, W. O., 1972. Aquaculture, the farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley-Interscience Inc., New York, 868 pp.
- Barrera A. R. y Paz G. C., 2006. Control de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Perciforme: Cichlidae) usando guapote lagunero (*Parachromis dovii*) (perciforme: cichlidae) en los estanques de la Universidad Earth. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Earth. Guácimo. Costa Rica.
- Behrends, L. L., Kingsley, J. B. y Bulls, M. J., 1990. Cold tolerance in maternal mouthbrooding tilapias: phenotypic variation among species and hybrids. *Aquaculture* 85: 271-280.

- Bhatta, S., Iwai, T., Miura, T., Higuchi, M., Maugars, G. y Miura, C., 2012. Differences between male and female growth and sexual maturation in tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Kathmandu University Journal of Science, Engineering And Technology* 8: 57 – 65.
- Camacho, B., Luna, C., y Moreno, M., 2000. Guía para el cultivo de tilapia. *Oreochromis spp.* (Gunter, 1984). SEMARNAP. México.
- Cantor, F., 2007. Manual de producción de tilapia. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. México.
- Chakraborty, S. B., Mazumdar, D., Chatterji, U. y Banerjee, S., 2011. Growth of mixed-sex and monosex Nile tilapia in different culture system. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 131-138.
- Dunseth, D. R. y Bayne, D. R., 1978. Recruitment control and production of *Tilapia aurea* (Steindachner) with the predator *Cichlasoma managuense* (Günther). *Aquaculture* 14: 383–390
- Fagbenro, O. A., 1989. “Recruitment control and production of *Tilapia guineensis* (Dumeril) with the predator, *Channa obscura* (Günther)”. *Journal of Aquatic Sciences* 4: 7-10.
- FAO, 1996. Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish *Clarias gariepinus* in sub-Saharan Africa.
- FAO, 2003. Review of the state of world aquaculture. Roma, Italia.
- Fortes, R. D., 1980. Tarpon as predator to control Java tilapia young in brackishwater ponds. *Fish Res. J. Philipp.* 5(2):22–35.
- Fortes, R. D., 2005. Review of techniques and practices in controlling tilapia populations and identification of methods that may have practical applications in Nauru including a national tilapia plan. Consultant, Secretariat of the Pacific Community (SPC), Marine Resources. Noumea, New Caledonia.
- de Graaf, G. D., Galemoni, F. y Banzoussi, B., 1996. Recruitment control of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, by the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822),

- and the African snakehead, *Ophiocephalus obscuris*. A biological analysis. *Aquaculture*, 146: 85–100.
- Herrera, O. L., 2003. Consumo de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por el guapote tigre (*Cichlasoma managuense*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Zamorano. Zamorano, Honduras.
- Jover, M., Perez, L., Zaragoza, L., y Fernandez, J., 1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus*, L.) con piensos extrusionados de diferente nivel proteínico. *Arch. Zootec.* 47: 11-20.
- Kwei, L., 1995. Clarias and tilapia interaction in polyculture. Bangkok, Thailand: Asian institute of technology. Bangkok, Thailand.
- Lim, C. y Webster, C., 2005. Tilapia: Biology, culture and nutrition. Food Products Press. New York.
- Lovshin, L., Da Silva, A., Carneiro-Cabrinho, A. y Melo, F., 1990. Effect of *Oreochromis niloticus* females in the growth and yield of male hybrids (*Oreochromis x O. hornorum male*) cultured in earthen ponds. *Aquaculture*. 57: 129-170.
- Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L., Ramos-Enríquez, R., 2009. Dinámica del crecimiento de peces y crustáceos. *Rev. Electrónica. Vet.* 10 (10): 1 -16.
- Morales, A., 2003. Biología, cultivo y comercialización de la tilapia. México: AGT editor, S.A.
- Nandlal, S., y Pickering, T., 2004. Tilapia fish farming in Pacific Island countries: Tilapia hatchery operation. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community.
- Nicovita, 2001. Manual de crianza de tilapia. Perú. Disponible en internet. <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf> (Consulta: 10 de Octubre de 2013).
- Nutripec, 2013. Programa de alimentación nutripec tilapia. Tabla de alimentación para la alimentación de tilapia en granjas acuícolas. México.
- Offem, B., Ikpi, G., y Ayotunde E., 2009. Effect of stocking size of the predatory African catfish (*Heterobranchus longifilis* V.) on the growth performance of Nile Tilapia

- (*Oreochromis niloticus* L.) in pond culture. *International journal of fisheries and aquaculture* 3 (1): 38 - 43.
- Phelps, R. P. y T. Popma, T., 2000. Tilapia Aquaculture in the Americas. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. Louisiana, United States.
- Planquette, P., 1974. Nile perch as a predator in tilapia ponds. FAO. *Aquaculture*. 6: 7.
- Popma, T. y Masser, M., 1999. Tilapia: Life history and biology. SRAC. Publication No. 283.
- Ram, C., 2000. Advances in tilapia broodstock management. *The advocate*. 19-23.
- Uscanga, A., 2006. Determinación de requerimientos de proteína en juveniles masculinizados y no masculinizados de la mojara tenguayaca (*Petenia splendida*). Tesis para obtener el grado de maestría: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. México.
- Vega-Villasante, F., Cortés-Lara, M., Zuñiga-Medina, L., Jaime-Ceballos, B., Galindo-López, J., Bastos-Rosales, y Nolasco-Soria, H., 2010. Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala ¿Alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México? *Revista electrónica de Veterinaria* 3 (11): 1-15.
- Yakubu, A. F., Obi, A., Okonji, V. A., Ajiboye, O. O., Adams, T. E., Olaji, E. D. y Nwogu, N. A., 2012. Growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) as affected by stocking density and feed types in water flow through system. *World Journal Fish and Marine Sciences* 4 (3): 320-324.
- Yi, Y., Kwei, L. y Diana, J., 2002. Culture of mixed-sex Nile tilapia with predatory snakehead. En: Nineteenth Annual Technical Report. Oregon State University, Corvallis, Oregon. Pag. 67-74.