

Producción de tilapia en la etapa de engorde con dos estrategias de alimentación

**Alejandra Danelia Martinez Turcios
José Ignacio Chávez Chávez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Producción de tilapia en la etapa de engorde con dos estrategias de alimentación

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

Presentado por

Alejandra Danelia Martinez Turcios
José Ignacio Chávez Chávez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Producción de tilapia en la etapa de engorde con dos estrategias de alimentación

Alejandra Danelia Martínez Turcios
José Ignacio Chávez Chávez

Resumen. La tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) es una excelente opción debido a su resistencia a condiciones adversas, enfermedades y sus hábitos alimenticios. En el proyecto se evaluaron dos estrategias de alimentación, durante la etapa de engorde hasta cosecha a un peso de 1085 g. Las estrategias de alimentación fueron *Ad libitum* (T1) y alimentación al 90% de *Ad libitum* (T2), el ensayo fue realizado en la empresa AquaFinca Saint Peter Fish, Cortes, Honduras. Las variables medidas fueron: índice de conversión alimenticia (ICA), índice de alimentación (IA), días a cosecha (Decos) y ganancia de peso diario (GDP). Las unidades experimentales fueron doce jaulas flotantes, seis jaulas con el T1 y seis jaulas con T2; cada jaula de 1380 m³ y una capacidad de 50,000 peces. El análisis estadístico se realizó por medio de una prueba t de Student ($P \leq 0.05$). La estrategia de alimentación *Ad libitum* y al 90% de *Ad libitum* no presentaron diferencias en ICA 1.88 y 1.82 respectivamente, tampoco presentó diferencias en GDP con 6.39 g en T1 y 6.16 g en T2, mientras que en el IA de 3.19 para el T1 y 3.06 para T2 y Decos de 157 para T1 y 165 para T2 si mostraron diferencias. El tratamiento al 90% de *Ad libitum* presentó un consumo menor de alimento sin afectar ICA y se retrasó ocho días llegar al peso ideal de cosecha con una diferencia de 26,270 kg de alimento entre ambos tratamientos.

Palabras clave: Conversión alimenticia, estrategias de alimentación, índice de alimentación.

Summary. The gray tilapia (*Oreochromis niloticus*) is an excellent choice due to its resistance to adverse conditions, diseases and their eating habits. The project evaluated two feeding strategies, during the fattening stage until harvest at a weight of 1085 gr. The feeding strategies were *Ad libitum* (T1) and feed at 90% *Ad libitum* (T2), the trial was performed in the company AquaFinca Saint Peter Fish, Cortes, Honduras. The analyzed variables were feeding conversation rate (ICA), specific feeding rate (IA), days to harvest (Decos) and daily weight gain (GDP). The experimental units were twelve floating cages, six cages with T1 and six cages with T2; each cage of 1380 m³ and a capacity of 50,000 fish. Statistical analysis was performed using Student's t test ($P \leq 0.05$). The feeding strategy *Ad libitum* and 90% *Ad libitum* did not present differences in ICA 1.88 and 1.82 respectively, also showed no differences in GDP with 6.39 g in T1 and 6.16 g in T2, while in the IA 3.19 for T1 and 3.06 for T2 and Decos with 157 in T1 and 165 in T2 had differences. The 90% treatment of *Ad libitum* presented a lower consumption of food without affecting ICA and it was delayed eight days to reach the ideal harvest weight with a difference of 26,270 kg of food between both treatments.

Key words: Feeding strategies, food conversion, specific feeding rate.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES	11
5. RECOMENDACIONES	12
6. LITERATURA CITADA.....	13

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Formato de muestreo para peces de 900 gr -1999 gr realizado en el ensayo	4
2. Composición del alimento para el último periodo de engorde.....	5
3. Parámetros del agua promedio durante el ensayo..	7
4. Calidad de agua promedio durante el ensayo.....	7
5. Índice de conversión alimenticia.	8
6. Índice de alimentación en el engorde de tilapia.	9
7. Ganancia diaria de peso en el engorde de tilapia.	9
8. Días a cosecha en el engorde de tilapia.	9
9. Análisis de costos total, en el alimento en ambos alimentos (kg).	10

Figura	Página
1. Oxígeno disuelto diario presentado en el ensayo	7

1. INTRODUCCIÓN

Texto La acuicultura o también llamada acuicultura se define como la intervención humana de forma técnica en el proceso de cría de organismos acuáticos bastante diversa, existe aproximadamente 567 especies con importancia acuícola tanto vegetales como animales (FAO 2017).

La acuicultura es el rubro alimenticio con mayor crecimiento a nivel mundial (FAO 2017). Este rápido incremento es debido a las tendencias nutricionales en los últimos años que se adaptan a las propiedades nutricionales de la carne de pescado baja en grasas, abundante en proteína de alta calidad, rica en fósforo, calcio y vitaminas (Luchini 2010). Otros factores fundamentales del incremento de la actividad acuicultura son la creación de nuevas políticas pesqueras y el incremento de la población (FAO 2017).

En el sector acuícola la tilapia es el sexto producto con mayor importancia económica a nivel mundial siendo China el mayor productor (EL-Sayed 2006). En Centro América es considerado el más importante (Meyer y Meyer 2007). En Honduras generó un ingreso por exportación de más de 64 millones de dólares en el 2015 (BCH 2016).

La tilapia gris (*Oreochromis niloticus*), es un pez teleósteo oriundo del continente africano e introducido a regiones tropicales, sub tropicales y en ambientes controlados de todo el mundo donde las condiciones son favorables para su crecimiento y reproducción (Cantor Atlenco 2007). La tilapia gris al igual que la mayoría de cíclidos se caracteriza por su adaptabilidad a cautiverio, condiciones físicas y químicas adversas, bajas concentraciones de oxígeno disuelto y posee un alto grado de tolerancia a enfermedades (Saavedra 2006). Características nutricionales favorables como su rápido crecimiento y una dieta extensa han hecho que la tilapia del gris tenga un lugar importante dentro de la acuicultura (Meyer y Meyer 2007).

Los costos en alimentación en el engorde de tilapia gris son del 50 al 60% de los costos totales (Nicovita 2012). Debido a los altos costos en alimentación es fundamental realizar una evaluación continua y asegurar que el alimento sea consumido por el pez, de otra forma este se convierte en un nutriente más caro disminuyendo la rentabilidad del negocio y afectando la calidad del agua (Nicovita 2012).

El término *Ad libitum* proviene del latín que significa a placer, voluntad o al gusto (Definiciona 2017). En nutrición de peces, se refiere a una estrategia de alimentación la cual se basa en ofrecer alimento de forma libre hasta que el pez quede satisfecho con la ración suministrada (FAO 1986). La estrategia de alimentación *Ad libitum* es popular en nutrición animal ya que esta minimiza mano de obra en el reparto de alimento, consigue bajos ICA, elimina los problemas de jerarquía o competencia entre individuos y logra

uniformidad en la población (Caravaca y Rodríguez 2003). El concepto de alimentación *Ad libitum* en organismos acuáticos es distinto que en otras especies terrestres ya los alimentos balanceados pierden sus propiedades al contacto con el agua, por esta razón las raciones son divididas en periodos de tiempo.

Por otra parte, la estrategia de la alimentación del 90% de *Ad libitum* sugiere cubrir en un 90% de su saciedad. Se sabe que el pez consume más alimento del que necesita para cumplir sus requerimientos energéticos de mantenimiento y crecimiento por lo tanto existe un porcentaje de energía que no es aprovechado de una manera eficiente. Con esta estrategia se intenta llegar al punto de máxima eficiencia en cuanto a ICA (Lovell 1989).

La teoría del 90% planteada por Dr. Tom Lovell en su libro *Nutrition and Feeding of Fish*, utilizada y recomendada por la U.S. Soybean Export Council (USSEC) a empresas del todo el mundo, entre estos Regal Springs (Lovell 1989).

- El objetivo fue la evaluación de dos estrategias de alimentación, *Ad libitum* y al 90% de *Ad libitum* en etapa de engorde hasta cosecha, al determinar el resultado en el crecimiento, días a cosecha de los dos tratamientos y la eficiencia en el índice de conversión alimenticia.

2. METODOLOGÍA

Localización.

El ensayo se llevó a cabo en la empresa AquaFinca Saint Peter Fish, en la unidad de engorde Terreritos, en el centro de producción El Cajón, en el departamento de Cortes, Honduras. A 260 msnm con una precipitación de 975-1200 mm por año, con temperaturas promedio de 28-30 °C. El Cajón cuenta con espejo de agua de 94 km² en su nivel máximo. Se presentan temporadas lluviosas y secas a lo largo del año. La época con mayor precipitación se presenta en los meses de Mayo a Octubre y la época de sequía se presentan de Diciembre hasta Abril.¹

Unidades experimentales.

El estudio fue realizado con 12 jaulas flotantes, seis jaulas *Ad libitum* (tratamiento 1) y seis jaulas al 90% de *Ad libitum* (tratamiento 2). Cada jaula de 18 m de diámetro, con una profundidad de seis metros. Una capacidad para albergar 50,000 peces a una densidad de 36 peces por metro cúbico y una capacidad de 1380 m³ de agua. Las jaulas flotantes son estructuras circulares de HDPE de 10", sujetas por un cable de acero principal. Cada jaula posee cuatro tipos de malla, externa, interna, rueda de malla sombra y malla antipájaros. Las mallas antipájaros y los ruedos de malla sombra son de carácter estándar, con 3" y al 50%, respectivamente. Los tipos de mallas utilizados varían según su peso promedio (Pm).

Las unidades experimentales iniciaron con una malla luz externa de 2 1/4" y una malla interna de 1 3/8", un mes después las mallas externas e internas fueron cambiadas a una sola malla luz de 2". Cada jaula constaba de cuatro aireadores tipo aspiración propulsión, estos eran encendidos de forma manual cuando el oxígeno disuelto era inferior a 3 ppm. Las jaulas están agrupadas por módulos nombrados por letras (M, O, P), cada módulo se ocupa de cuatro jaulas, en total tres módulos. El ensayo inició el 01 de diciembre del 2016.

Peces.

Los peces utilizados en el ensayo fueron tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) producidos en Regal Springs México y trasladados a Regal Springs Honduras. El ensayo inició con 49,465 peces promedio por jaula (593,578 peces en total) con un peso promedio de 73g y un total de biomasa promedio de 3,609 kg.

Muestreo.

Se hizo un muestreo durante el ensayo, con el objetivo de observar su desarrollo a cosecha, los peces en el muestreo tuvieron un peso aproximado de 900 a 1020 en una

Aguilera, Regal Springs Honduras

canasta (previamente tarada), obteniendo un peso promedio de 12 kg, información anotada en un formato (Cuadro 1). Este procedimiento de muestreo se realizó veinte veces por jaula, el número de peces por canasta depende de la talla de pez, este, junto al número de muestreos se realizaron según el protocolo usado en la empresa AquaFinca Saint Peter Fish.

Con los datos obtenidos en los muestreos, se utilizó la fórmula 1 para obtener el peso promedio de los peces (g), este peso obtenido a los 138 días de ensayo. Los peces se cosecharon con un peso promedio de 1085 g. El procedimiento de muestreo se inició con atrapar de 10 a 15 peces. Al peso promedio de peces en el muestreo se le restó un 3% debido al margen de error causado por el movimiento de los peces.

Cuadro 1. Formato de muestreo para peces de 900 gr -1999 gr realizado en el ensayo.

Repetición	Peso de peces (kg)	No. peces	Peso promedio
1	11.7	12	946
2	12.4	13	925
3	11.8	12	954
Σ	35.9	39	
\bar{x}			942

$$Peso\ promedio\ de\ peces = \frac{\Sigma\ peso\ de\ peces\ (g)}{\Sigma\ No.\ peces} - \left[\frac{\Sigma\ peso\ de\ peces\ (g)}{\Sigma\ No.\ peces} * 0.03 \right] \quad [1]$$

Alimentación de los peces.

Se suministró alimento balanceado extrusado producido por la empresa AquaFeed (Cuadro 2). El ensayo inició con una proteína cruda (PC) del 36% y un tamaño de partícula de 4 mm. A los 22 días de ensayo se cambió el alimento a una PC del 32% y un tamaño de 7mm. A los 83 días de ensayo se finalizó con una PC de 32% y un tamaño de 9mm. El índice de alimentación (IA) en ambos tratamientos se inició con 4.9%.

Cuadro 2. Composición del alimento para el último periodo de engorde.

Componentes	Cantidad
Proteína	32
Humedad	12
Ceniza	10
Grasa	6
Fibra	5
Calcio	1-2
Fosforo	0.6
Energía Metabolizable	3100 Kcal/Kg

Cuadro tomado de Regal Springs Honduras (2017)

Procedimiento de alimentación.

En ambos tratamientos se alimentó seis veces al día, con un periodo de alimentación de 15 min y 35 min de espera o saciedad, el primer periodo de alimentación inició a las 9:20 am y terminó a las 1:20 pm. Sin embargo, la alimentación al 90% se dividió por ciclos de 10 días. El primer día se alimentó *Ad libitum*, cuantificando la cantidad al final del día y se mantuvo la misma dosis de alimento por los siguientes nueve días del ciclo. Este procedimiento se realizó hasta cosecha.

Índice de conversión alimenticia.

El índice de conversión alimenticia ICA o también denominado IC es la cantidad de alimento representada en una unidad de peso que se convierte en peso vivo, por lo general se lo mide en Kg.

En este estudio se calculó el ICA con la fórmula mencionada en la ecuación 2

$$ICA = \frac{\text{Alimento acumulado por jaula (kg)}}{\text{Biomasa promedio por jaula (kg)}} \quad [2]$$

Índice de alimentación.

El IA es un factor usado en acuicultura para determinar la cantidad de alimento consumido por un pez con relación a su peso vivo, quiere decir que cantidad de alimento consume el pez con relación a su peso. Se obtuvo de la ecuación 3.

$$IA = ICA * \text{Índice de crecimiento (IC)} \quad [3]$$

Ganancia diaria de peso.

Los datos de GDP se obtuvieron de la fórmula descrita en la ecuación 4

$$GDP = \frac{(\text{Peso promedio final} - \text{peso promedio inicial})}{\text{Días de prueba}} \quad [4]$$

Monitoreo de calidad del agua.

Los parámetros analizados en el ensayo fueron oxígeno disuelto (ppt) y temperatura del agua (°C), medidos dos veces al día, en la mañana y en la tarde. El resto de los parámetros, sólidos totales, amonio, pH y transparencia fueron medidos una vez al mes.

Los niveles de oxígeno disuelto a lo largo del estudio se mantuvieron superior al límite inferior de 2.0 ppt según Peña (2007) (Cuadro 3). Las lecturas de oxígeno disuelto fueron tomadas mediante el oxigenómetro Oxyguard, sin embargo, durante el ensayo se presentaron días en los cuales el oxígeno disuelto fue inferior a 3 ppt (Figura 1).

Por protocolo de la empresa AquaFinca Saint Peter Fish, debajo de esta concentración inferior de oxígeno disuelto, se encendió el sistema de aireación para que los peces no presentaran estrés o inclusive evitar mortalidad. La temperatura del agua se mantuvo dentro de los parámetros adecuado de producción 24-32 °C (El-Sayed y kawanna 2008) (Cuadro 3).

Los sólidos totales (mg/lit) fueron medidos mediante gravimetría (Cuadro 4), este presentó en su mayoría resultados inferiores al límite (2 a 3 mg/lit), aceptables (Saavedra 2006). La transparencia se midió con un disco Secchi, según el sistema de producción de AquaFinca, los rangos presentados en transparencia fueron adecuados (Cuadro 4).²

El amonio (NH₄) se midió mediante un espectrofotómetro marca PGInstrument(Cuadro 4).

Durante el ensayo los resultados fueron de 0.1 mg/lit, lo que es considerado aceptable según Bautista *et al.* (2011). Los resultados analizados de pH durante el ensayo entraron en un rango aceptable, al estar dentro del rango mínimo y máximo de 6.5 y 9, respectivamente (Galli Merino y Sal 2007) (Cuadro 4). Las lecturas de pH se hicieron con un medidor de pH marca Orion Star. Sin embargo, todos los datos presentados son normales para la época del año según los registros históricos de AquaFinca Saint Peter Fish.

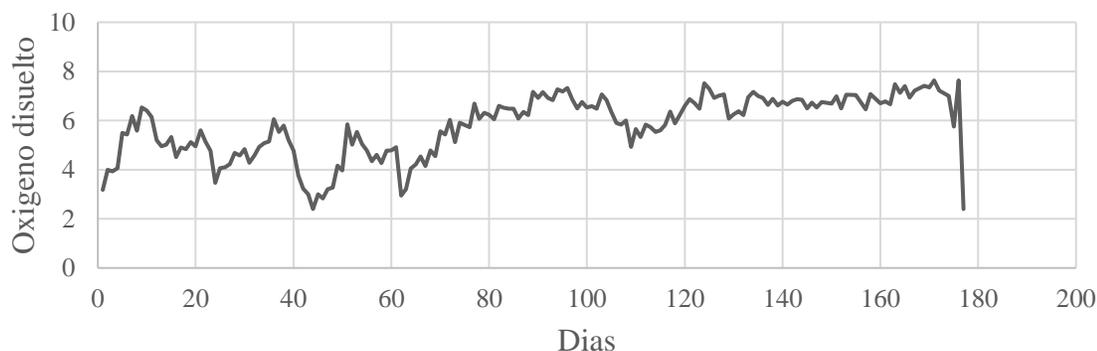


Figura 1. Oxígeno disuelto diario presentado en el ensayo

Cuadro 3. Parámetros del agua promedio durante el ensayo.

	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno disuelto (ppt)
Promedio	27.2	5.8
Máximo	29.6	7.6

Mínimo	25.8	2.4
--------	------	-----

Cuadro 4. Calidad de agua promedio durante el ensayo.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Sólidos totales (mg/l)	22.4	5.8	3.5	7.1	2.8	8.32
Transparencia (m)	2.3	3.7	4.7	3.1	2.9	3.34
Amonio NH ₄ (ppm)	0.008	0.015	0.004	0.002	0.004	0.0066
pH	7.9	8.2	8.1	8.3	8.5	8.2

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó como diseño experimental una prueba t, con dos tratamientos y seis repeticiones (jaulas) por tratamiento, considerando cada jaula una unidad experimental. Con diferentes variables a medir, índice de conversión alimenticia (ICA), índice de alimentación (IA), días a cosecha (Decos) y ganancia diaria de peso (GDP). Se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS[®] 2015) versión 9.4 con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de conversión alimenticia (ICA).

La alimentación al 90% de *Ad libitum* (T2) no presentó una diferencia ($P > 0.05$) con respecto al índice de conversión alimenticio a la alimentación *Ad libitum* (T1) (1.82 y 1.88, respectivamente).

Según Clark et al. (1990), quienes midieron los efectos de la tasa de alimentación de cinco tratamientos con distintos porcentajes de alimentación, 50%, 70%, 90% *Ad libitum* y 110% en la etapa de juveniles o preengorde, los datos obtenidos revelaron que una alimentación del 90% y 110% *Ad libitum* no tuvieron una diferencia en cuanto a conversión alimenticia.

Cuadro 5. Índice de conversión alimenticia.

Tratamiento	ICA
Control – Alimento <i>Ad libitum</i>	1.88
Alimento 90% <i>Ad libitum</i>	1.82
Probabilidad	0.087
Coeficiente de Variación (CV%)	1.77

Índice de alimentación (IA).

En la estrategia de alimentación *Ad libitum* el IA fue de 3.19 y en la estrategia de alimentación al 90% de *Ad libitum* fue de 3.06 indicando una diferencia entre ambas estrategias de alimentación ($P \leq 0.05$). Los peces bajo el 90% *Ad libitum* consumieron menos alimento respecto a su peso vivo. Según Hopher (1993), el IA cambiará según la etapa en la que se encuentre el pez y la calidad del alimento. Alimentos con mayor porcentaje de proteína presentarán un IA más bajo que alimentos pobres en proteína.

Explotaciones tradicionales de tilapia no intensivas utilizan en la etapa de engorde alimentos entre 28 a 20 % de proteína alcanzando un IA de 1.1 a 683 g de peso vivo en un periodo de seis meses (Cantor Atlatenco 2007). Este estudio en la empresa AquaFinsa, la cual operará bajo un sistema intensivo de producción, obtuvo un IA promedio entre los dos tratamientos de 3.13 a un periodo de cosecha de seis meses aproximadamente con peso a cosecha de 1085g, por lo que se afirma que existe una relación directamente proporcional entre IA, días a cosecha y porcentaje de proteína en la dieta.

Cuadro 6. Índice de alimentación en el engorde de tilapia

Tratamiento	IA
Control – Alimento <i>Ad libitum</i>	3.19 ^a
Alimento 90% <i>Ad libitum</i>	3.06 ^b
Probabilidad	0.03
C.V	2.31

Ganancia diaria de peso (GDP).

Se determinó que existen diferencias entre ambos tratamientos ($P \leq 0.05$), con *Ad libitum* alcanzando 6.19 g y 90% *Ad libitum* 6.39 g. Estos resultados difieren de Brown *et al.* (2001) quienes reportaron que no existieron diferencias entre ganancia diaria de peso a diferentes niveles de saciedad (67%, 100%). Según Hopher (1993), estos resultados pueden confirmar el cumplimiento de los requerimientos de mantenimiento y crecimiento del pez con la dieta de 90% *Ad libitum* y a su vez presentaron mayor eficiencia que la estrategia de alimentación *Ad libitum*.

Cuadro 7. Ganancia diaria de peso en el engorde de tilapia

Tratamiento	GDP (g)
Control – Alimento <i>Ad libitum</i>	6.39 ^a
Alimento 90% <i>Ad libitum</i>	6.16 ^b
Probabilidad	0.05
C.V	3.14

Días a cosecha (Decos).

Con la estrategia de alimentación *Ad libitum* se cosechó a los 157 días mientras que con la estrategia de alimentación al 90% *Ad libitum* se cosechó a los 165 días, resultando en una diferencia de 8 días ($P \leq 0.05$) hasta alcanzar el peso ideal de cosecha establecido por AquaFinca. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Barragán (2006) ya que se encontraron diferencias entre estrategias de alimentación con restricción y en su investigación con diferentes estrategias de alimentación (50% y 100%) no existieron diferencias en los días a cosecha.

Cuadro 8. Días a cosecha en el engorde de tilapia

Tratamiento	Días
Control – Alimento <i>Ad libitum</i>	157 ^a
Alimento 90% <i>Ad libitum</i>	165 ^b
Probabilidad	0.02
C.V	3.37

Alimentación.

La estrategia de alimentación al 90% de *Ad libitum* presentó menos kilogramos de alimento acumulado ingerido en comparación a la estrategia de alimentación *Ad libitum*. Se presentó una diferencia de 26,270.72 kg de alimento, representando monetariamente \$17,995.4 o 422,533 L (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de costos total, en el alimento en ambos alimentos (kg)

Tratamiento	Alimento total del ensayo (kg)	Costo alimento US\$/kg	Costo total (US\$)
Control- <i>Ad libitum</i>	492,524.64	0.685	337,379.38
Alimento 90% <i>Ad libitum</i>	466,253.92	0.685	319,383.94

4. CONCLUSIONES

- Los parámetros usados en este estudio indican que puede ser factible adoptar una estrategia de alimentación al 90% de *Ad libitum*.
- La estrategia de alimentación al 90% de *Ad libitum* es menos eficiente en cuanto a parámetros productivos.
- La estrategia de alimentación al 90% de *Ad libitum* obtiene un índice de conversión alimenticia igual a la estrategia de alimentación *Ad libitum*, pero un índice de alimentación más bajo por lo tanto se reducen costos en alimentación, pero se aumentan los días a cosecha hasta en ocho días.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar la estrategia de alimentación al 90% de *Ad libitum* en los próximos ciclos de producción.
- Realizar un ensayo de restricción alimenticia similar al 90% de *Ad libitum* en la etapa de pre-engorde con el objetivo de analizar el ciclo completo del cultivo.
- Realizar otras pruebas con porcentajes menores de alimentación para analizar futuros resultados.

Realizar un análisis financiero del estudio para evaluar el impacto económico de retrasar la cosecha hasta ocho días con una dieta al 90 % de *Ad libitum*

6. LITERATURA CITADA

- Banco Central de Honduras. 2016. Comercio general de Tilapia [Internet]. Tegucigalpa: Secretaria de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario. [consultado 2017 may 27]. http://www.bch.hn/download/honduras_en_cifras/hencifras2014_2016.pdf
- Bautista-Covarrubias J, Marcial de Jesús J, Velazco Arce R. 2011. Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana. México. Dirección de Fortalecimiento a la Investigación, Universidad Autónoma de Nayarit. [Consultado 2017]. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/2.pdf>
- Barragán Zambrano DI. 2006. Evaluación de la restricción alimenticia en la producción de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 27 p.
- Bautista Covarrubias JC, Ruiz Velazco Arce JMdJ. 2011. Calidad de agua para el cultivo de tilapia en tanques de geomembrana. Revista Fuente 3(8): 10-14.
- Brown CI, Bolivar RB, Jimenez EBT, Szyper JP. 2001. Reduction of feed rations below satiation levels in tilapia pond production. In: McElwee K, Lewis K, Nidiffer M, Buitrago P, editors. Nineteenth Annual Technical Report. Corvallis, Oregon. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP. p. 21-23.
- Cantor Atlatenco F. 2007. Manual de producción de tilapia. 1a edición. Puebla (México): Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. 135 p.
- Caravaca Rodríguez FP, Castel Genís JM, Guzman Guerrero JL, Delgado Pertíñez M, Mena Guerrero Y, Alcalde Aldea MJ, González Redondo P. 2003. Bases de la producción animal. 1 ed. Sevilla, España. Servicios de Publicaciones Universidad de Córdoba. 512 p.
- Clark JH, Watanabe WO, Ernst DH, Wicklund RI, Olla BL. 1990. Effect of feeding rate on growth and feed conversion of Florida Red tilapia reared in floating marine cages. JWAS 21(1):16-24.
- Definiciona. 2017. Ad libitum [internet]. [consultado 2017 sep 22]. <https://definiciona.com/ad-libitum/>
- El-Sayed AFM. 2006. Tilapia Culture. 1a ed. Oxfordshire (UK): CABI Publishing. 277 p.

- El-Sayed AFM, Kawanna M. 2008. Optimum water temperature boosts the growth performance of Nile tilapia. *Aquaculture Research* 39(6):670-672.
- FAO. 2017. Acuicultura: Desarrollo de la acuicultura [internet]. Roma: FAO; [consultado 2017 sep 22]. <http://www.fao.org/aquaculture/es/>.
- FAO. 1986. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación [internet]. 1 ed. Brasilia, Brasil: FAO-Italia. [consultado 2017 sep 22]. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB492S/AB492S14.htm>
- FAO. 1998. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación [internet]. Italia FAO; [consultado 2017 ago 02]. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB492S/AB492S15.htm>.
- Galli Merino O, Sal FM. 2007. Sistemas de recirculación y tratamiento de agua. 1 ed. Santa Ana-Corrientes (Argentina): CENADAC; [consultado 2017 sep 15]. http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/otros/_archivos//000003-Sistemas%20de%20recirculaci%C3%B3n%20y%20tratamiento%20de%20agua.pdf
- García Ortega A, Martínez OC. 2008. Manual de buenas prácticas de producción acuícola de tilapia para la inocuidad. 1era edición. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. SENASICA. 148 p.
- Hepher B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. 3era edición. México DF (México): Grupo Noriega Editores. 406 p.
- Lovell T. 1989. Nutrition and feeding of fish. 2da edición. New York (EEUU): Springer US. 260 p.
- Luchini L. 2010. Beneficios nutricionales y de salud del producto “pescado” [internet]. Buenos Aires: Dirección de Acuicultura; [consultado 2017 jul 15]. http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos/000000_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/101210_Beneficios%20nutricionales%20y%20de%20salud%20del%20producto%20pescado.pdf
- Meyer D, Meyer ST. 2007. Reproducción y cría de alevines de tilapia. Zamorano; [consultado 2017 ago 05]. <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4189/1/01>.
- Nicovita. 2012. Manual de Crianza de Tilapia. [consultado 2016 nov 22]. <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
- Peña E. 2007. Escuela Superior Del Litoral. [Ing. En Auditoría y control de Gestión] [internet]. [consultado 2017 oct. 25]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>

Saavedra Martínez MA. 2006. Manejo del Cultivo de Tilapia. Managua Nicaragua. USAID, University of Rhode Island, University of Hawaii and CIDEA, USA. 22 p.