

Evaluar el consumo de alimento al hacer transferencias de tilapia del Nilo a pilas de concreto descubiertas o cubiertas con malla contra pájaros, plástico translucido o de color negro

Robinson Mas Mas

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2013**

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

Evaluar el consumo de alimento al hacer transferencias de tilapia del Nilo a pilas de concreto descubiertas o cubiertas con malla contra pájaros, plástico translucido o de color negro

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

Presentado por

Robinson Mas Mas

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2013

Evaluar el consumo de alimento al hacer transferencias de tilapia del Nilo a pilas de concreto descubiertas o cubiertas con malla contra pájaros, plástico translucido o de color negro

Presentado por:

Robinson Mas Mas

Aprobado:

Daniel Meyer, Ph. D
Asesor principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia Producción
Agropecuaria

John Jairo Hincapié M.V.Z. Ph. D
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Evaluar el consumo de alimento al hacer transferencias de tilapia del Nilo a pilas de concreto descubiertas o cubiertas con malla contra pájaros, plástico translucido o de color negro

Robinson Mas Mas

Resumen. El objetivo del estudio fue evaluar el consumo de alimento concentrado al hacer transferencias de tilapia del Nilo a pilas de concreto descubiertas (Na) o cubiertas con malla contra pájaros (MP), plástico translucido (PT) o de color negro (PN). El estudio se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, usando 12 pilas de concreto de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m. Se sembró 10 peces machos por pila. El sobrante del alimento concentrado en perdigones fue retirado después de 60 minutos en el agua. El último día del ensayo después de alimentados, todos los peces fueron sacrificados para retirar del intestino el alimento consumido. El ensayo tenía cuatro tratamientos (manejos) y tres réplicas de cada uno (pilas). Cada manejo resultó en una sobrevivencia $>90\%$. Los peces manejados en las pilas cubiertas de PT y de PN lograron más eficientes valores de ICA comparado con los peces manejados en pilas descubiertas o con la malla contra pájaros. En general, cada pez ganó en promedio de 2.84 g/día durante los ocho días del ensayo. La mejor ($P \leq 0.05$) GDP fue observada en los peces en las pilas cubiertas con PT, seguido por PN, Na y MP. El promedio general de la cantidad de alimento encontrado en los intestinos de cada kg de peces fue de 13.54 g, que equivale 50% de la cantidad observada consumida el último día del ensayo.

Palabras claves: alimentación de peces, Honduras, nutrición de peces, piscicultura.

Abstract. The aim of the study was to evaluate the consumption of feed after transferring Nile tilapia to concrete tanks uncovered (No), or covered with bird netting (BN), translucent plastic (TP) or black plastic (BP). The study was conducted at the Aquaculture Laboratory at the Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, using 12 concrete tanks each $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m. Ten male tilapia were stocked into each tank. The measured daily amount of feed for the fish was divided into two portions (a.m. and p.m.). After 60 minutes uneaten pellets in each tank were removed. The last day of the trial all fish were sacrificed to remove consumed feed from their intestine for weighing. The study had four treatments (tank coverings) and three replicates of each (tanks). All of the treatments resulted in fish survival rates above 90%. Fish managed in the tanks covered with TP had better feed conversion ratios compared to fish from the uncovered tanks, or tanks covered with BN and BP. In general the fish gained an average of 2.84 g/day during the eight-day long trial. The best ($P \leq 0.05$) daily gain in weight (g/fish/day) was observed among fish managed in the tanks covered with TP, followed by BP, No and BN. The overall average amount of feed found in the intestines of each kg of fish was 13.54 g, which is equivalent to 50% of the amount observed to be consumed on the last day of the trial.

Key words: Feeding fish, fish culture, fish nutrition, Honduras

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES	10
5. RECOMENDACIONES	11
6. LITERATURA CITADA.....	12

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Comparación del promedio de porcentaje de sobrevivencia, ganancia diaria de peso (GDP) y el índice de conversión alimenticia (ICA), en 12 pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m manejadas o no con diferentes cubiertos durante 8 días y usadas en cultivo de tilapia de la EAP, Honduras..... 8
2. Peso promedio de la cantidad de alimento consumido en 60 minutos observado y detectado en el intestino de un kilogramo de ejemplares de tilapia del Nilo en pilas de concreto en la EAP, Honduras. Las pilas fueron manejadas sin cubierta (Na) o con cubierta de plástico translucido (PT), plástico negro (PN) o con malla contra pájaros (MP). Las cantidades del alimento son en gramos de materia fresca por kilogramo de pez vivo. 9

Figuras Página

1. Promedio de la temperatura del agua en 12 pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m manejadas o no con diferentes cubiertos durante 8 días y usadas para el cultivo de tilapia en la EAP, Honduras. 6
2. Promedio diario de oxígeno en solución en el agua de 12 pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m manejadas o no con diferentes cubiertos durante 8 días y usadas en cultivo de tilapia de la EAP, Honduras. Cada dato es el promedio de seis observaciones tomadas en tres pilas, a.m. y p.m. 6
3. Promedio diario de consumo de alimento observado en ejemplares adultos machos de tilapia del Nilo en 12 pilas ($3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m) manejadas sin cubierto (Na), cubiertas de malla contra pájaros (MP), cubiertas de plástico translucido (PT) y plástico negro (PN). Cada dato es el promedio de dos observaciones tomadas en cada una de tres pilas, a.m. y p.m. 8

1. INTRODUCCIÓN

La pesca y la acuicultura realizan contribuciones importantes al bienestar y la prosperidad mundiales. En los últimos 50 años, el suministro mundial de productos pesqueros destinados al consumo humano ha superado el crecimiento de la población mundial. Actualmente, el pescado constituye una fuente importante de proteína animal para una gran parte de la población mundial (FAO 2013).

La tilapia es la segunda especie de mayor importancia en la acuicultura latinoamericana y la tercera en Estados Unidos, después del camarón marino y el salmón del Atlántico. El auge de esta especie se ha producido en los mercados en los últimos años. En el sector de filetes frescos, Ecuador y Honduras mantienen el liderazgo en los envíos hacia Estados Unidos (AQUA 2006).

La reproducción y el crecimiento de la tilapia son afectados por cambios de temperatura. En muchas regiones del mundo no se puede producir tilapia de forma óptima por esta limitante.

El rango óptimo de temperaturas para la reproducción de tilapia está entre los 25 y 30 °C. Se ha encontrado una marcada relación indirecta entre la temperatura del agua y el intervalo entre el ciclo reproductivo de la tilapia (Popma y Green 1990). Estos peces tienden a dejar de reproducirse cuando las temperaturas del agua están por debajo los 22 °C (Torrans 1988). No es posible cultivar tilapias en regiones donde las temperaturas invernales sean menores a 15 °C en estanques a cielo abierto (Meyer 2006).

Uno de los principales problemas en la industria acuícola son los altos costos por alimentación que pueden llegar a representar hasta un 70% de los costos de producción. Estos costos son elevados por procesar el alimento en perdigones flotantes y por los altos niveles de proteína que contienen (Berman 2007).

El mejor método para saber cuánto alimento suministrar al día es utilizar el muestreo de población. La técnica consiste en sacar del 10% al 15 % de los peces de una unidad y calcular su peso promedio y así estimar la biomasa total de la población. Con este dato se ajusta la cantidad diaria según un porcentaje establecido por el fabricante u otra fuente (Castillo Campo 2011).

El consumo del alimento y el rápido aprovechamiento del mismo dependen de la forma de presentación que por lo general es de perdigones. En la piscicultura siempre existe una pérdida del alimento en el agua y al momento de la ingestión (Zans 2001).

Un buen aprovechamiento del alimento dentro de una estación piscícola depende de varios aspectos: la genética de los peces, la calidad del agua, la palatabilidad del alimento, su presentación (perdigones o extruido, alimento flotante o de hundimiento lento), técnica de alimentación y control de la temperatura (NICOVITA 2007).

Los objetivos del estudio son evaluar el consumo de alimento concentrado al hacer transferencias de tilapia del Nilo a pilas de concreto descubiertas o cubiertas con malla contra pájaros, plástico translucido o de color negro. También se evaluó la sobrevivencia y ganancia daría de peso de los peces y los valores de ICA.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación. El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano, Honduras. La EAP está ubicada 32 km al este de Tegucigalpa a una altura de 800 msnm. Tiene una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación promedio anual de 1100 mm.

2.2 Unidades experimentales. Se utilizaron 12 pilas de concreto con las dimensiones de 3.0 × 2.5 × 1.0 m. Tres de las pilas se manejaran descubiertas (Na), tres cubiertas con un pedazo de malla contra pájaros (MP), tres con una lámina de plástico translucido (PT) y tres con lámina de plástico de color negro (PN).

Se colocó en cada pila un comedero con las dimensiones de 30 × 60 × 25 cm. El comedero consiste en un marco de tubo de PVC de 2.5 cm de diámetro ubicadas fijas a la parte frontal de la pila, para facilitar el proceso de alimentación. Los comederos estaban equipados con una falda de malla (6 mm de luz) alrededor del tubo de PVC para retener el alimento dentro del comedero. Después de 60 minutos el sobrante del alimento fue retirado de cada comedero.

Se llenaron las pilas con agua bombeada del Lago de Monte Redondo. El agua de cada pila recibió aeración continua por medio de una difusora de sílice fusionado (5 cm de largo) conectada por medio de tubos de PVC a un soplador de 2.5 HP.

2.3 Los peces. Se utilizaron un total de 120 ejemplares machos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con un peso aproximado de 220 gramos cada una, distribuidos en las 12 pilas. Previo a su transferencia a la pilas, los peces fueron tratados con un baño de 1000 ppm de permanganato durante 30 segundos.

2.4 El alimento concentrado. Los peces en las pilas recibieron alimento concentrado con 28% PC fabricado por la compañía ALCON, S.A., San Pedro Sula, Honduras. El alimento está fabricado en la forma física de perdigones flotantes de 5 mm diámetro. Se pesó tres lotes de 100 perdigones cada uno para determinar su peso promedio con una balanza de precisión marca Ohaus.

Se utilizó una tasa de alimentación de 2.3%/día de la biomasa de peces en cada pila. La cantidad diaria de alimento se dividió en dos porciones (a.m. y p.m.) que fueron colocadas en el comedero de cada pila.

El último día del ensayo por la tarde y después de alimentados, todos los peces fueron sacrificados para retirar del intestino el alimento consumido. El contenido intestinal de cada pez fue deshidratado en un horno a 40 °C durante 48 horas y luego pesado con una balanza de precisión marca Ohaus.

2.5 Monitoreo de la calidad del agua. Se tomó lectura de la concentración de oxígeno en solución y temperatura del agua dos veces al día con un medidor marca YSI, modelo 55.

2.6 Diseño experimental y análisis estadístico. El ensayo se realizó con un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (manejos) y tres réplicas de cada uno (pilas). Se hizo un ANDEVA y prueba DUNCAN con los resultados de ganancia diaria de peso (GDP) e índice de conversión alimenticia (ICA). Se utilizó un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CALIDAD DEL AGUA

3.1.1 Temperatura. La tilapia es un pez tropical que crece de manera óptima entre los 25-32 °C (Meyer 2006). Durante los ocho días del ensayo la temperatura del agua de las pilas estaba dentro del rango óptimo para la tilapia (Figura 1).

El agua en las pilas cubiertas con PT presentaba un perfil diferente de temperatura que las demás pilas (Figura 1). Las cubiertas de plástico translúcido provocan un efecto de invernadero permitiendo pasar la luz solar y reteniendo la luz infrarrojo o calor (Ballesteros 2001).

La temperatura es un factor que influye directamente en la producción de tilapias (Green *et al.* 2000). La actividad física y el consumo de alimento en tilapias se reducen en aguas con una temperatura inferior a los 24 °C. También, las temperaturas bajas (≤ 20 °C) del agua provocan tensión fisiológica en los peces y problemas más frecuentes de patologías (Flores Quintana 2002).

3.1.2 Oxígeno. Los promedios de la concentración de oxígeno disuelto en el agua en las pilas con diferentes manejos se mantuvieron similares y por arriba de los niveles recomendados para tilapia (Figura 2). La concentración y disponibilidad de oxígeno disuelto son factores importantes para el cultivo exitoso de tilapia (Saavedra Martínez 2006). La tilapia requiere ≥ 3 ppm para su buen crecimiento y reproducción (Saavedra Martínez 2006).

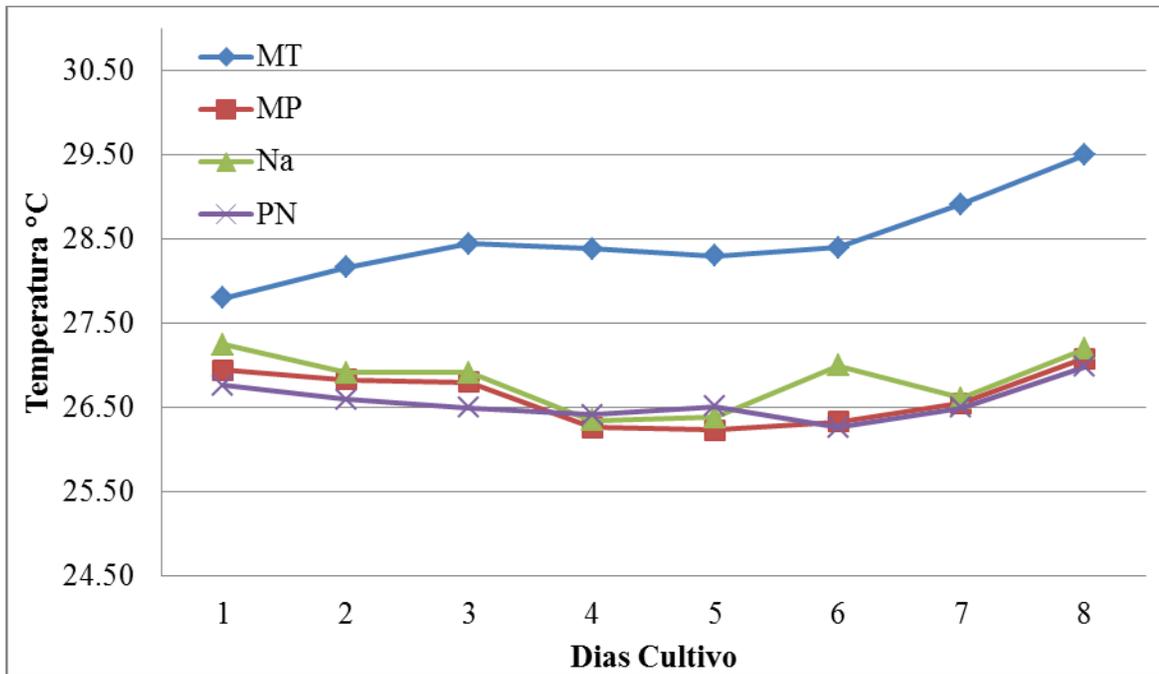


Figura 1. Promedio de la temperatura del agua en 12 pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m manejadas o no con diferentes cubiertos durante 8 días y usadas para el cultivo de tilapia en la EAP, Honduras.

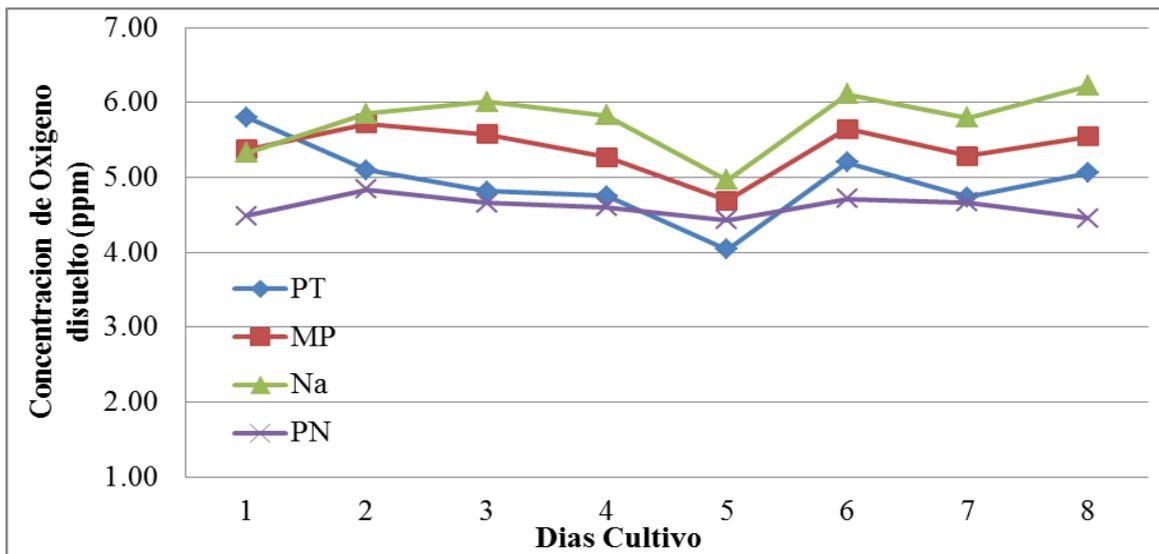


Figura 2. Promedio diario de oxígeno en solución en el agua de 12 pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m manejadas o no con diferentes cubiertos durante 8 días y usadas en cultivo de tilapia de la EAP, Honduras. Cada dato es el promedio de seis observaciones tomadas en tres pilas, a.m. y p.m.

3.2 LOS PECES

Sobrevivencia. De los 120 peces sembrados 116 fueron cosechados al final de los ocho días del ensayo, resultando en una sobrevivencia general de 96.7%. Cada uno de los manejos resultó en una sobrevivencia > 90%.

Se encontraron dos peces muertos en dos pilas diferentes en el día cuatro del ensayo, uno el día siete y otro el último día de la prueba. No hubo diferencia significativa en la sobrevivencia de los peces según los tratamientos.

Los peces utilizados en el ensayo eran adultos que toleran el maltrato y sufren menos estrés durante transferencias y siembras. Al momento de la siembra todos los peces fueron tratados con permanganato para evitar problemas de infecciones (Meyer *et al.* 2006). El ensayo tuvo una corta duración y no se observó aves depredadoras en las pilas descubiertas.

Ganancia diaria de peso (GDP). En general cada pez ganó un promedio 2.84 g/día durante los ocho días del ensayo. Hubo variación entre los diferentes manejos y de la GDP de los peces (Cuadro 1). La mejor GDP fue observada en los peces en las pilas cubiertas con PT, seguido por PN, Na y MP.

Una tilapia adulta debe presentar un ritmo de ganar peso de ± 3 g/día en buenas condiciones de cultivo (Tecún Díaz 2012). Las láminas de plástico proveían, probablemente, un ambiente de tranquilidad y de menos estrés, al no tener los peces un contacto directo con el medio externo.

La cubierta de PT crea un efecto de invernadero influyendo en la temperatura del agua. Por ello probablemente, los peces manejados en estas pilas presentaron una GDP superior a los peces en las pilas cubiertas con PN y MP o descubiertas.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA). Los peces manejados en las pilas cubiertas de PT y de PN lograron más eficientes valores de ICA (Cuadro 1). Los peces manejados en pilas descubiertas lograron un mejor ICA que los manejados con la malla contra pájaros.

Probablemente, cubrir las pilas PT y PN resulta en un ambiente de mayor tranquilidad que actúa como un filtro reduciendo la magnitud e impacto de los disturbios del medio externo. Por esto los peces en las pilas con cubierta de plástico estaban más tranquilos y aprovecharon mejor del alimento ofrecido para su engorde.

Cuadro 1. Comparación del promedio de porcentaje de sobrevivencia, ganancia diaria de peso (GDP) y el índice de conversión alimenticia (ICA), en 12 pilas de $3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m manejadas o no con diferentes cubiertos durante 8 días y usadas en cultivo de tilapia de la EAP, Honduras.

Tratamientos	Sobrevivencia (%)	GDP	ICA
PT	100	4.26 a [‡]	1.73 a
MP	93	1.42 d	4.18 c
Na	97	2.37 c	2.71 b
PN	97	3.31 b	1.98 a

[‡]Los valores en cada columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Consumo de alimento. En general la cantidad observada de alimento consumido diariamente para cada kg de pez en una pila iba incrementándose durante el transcurso del ensayo de manera similar para todos los cuatro manejos. Este consumo diario observado incrementó en 80%, comparando el primer y último día del ensayo (Figura 3). El consumo promedio observado en el primer y último día del ensayo fue similar para los peces de los cuatro manejos (Cuadro 2).

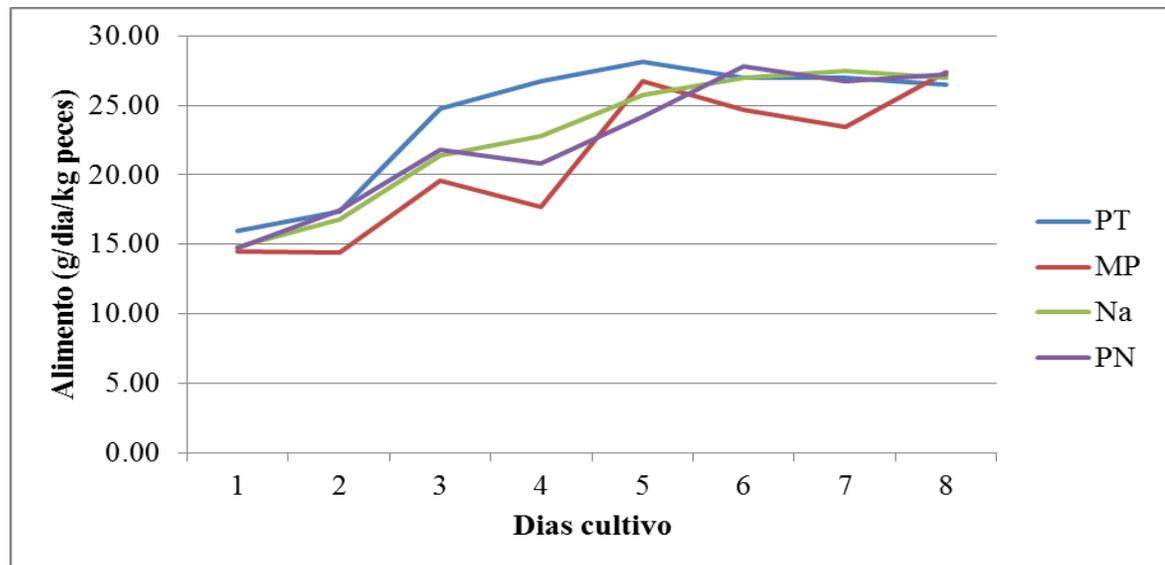


Figura 3. Promedio diario de consumo de alimento observado en ejemplares adultos machos de tilapia del Nilo en 12 pilas ($3.0 \times 2.5 \times 1.0$ m) manejadas sin cubierto (Na), cubiertas de malla contra pájaros (MP), cubiertas de plástico translucido (PT) y plástico negro (PN). Cada dato es el promedio de dos observaciones tomadas en cada una de tres pilas, a.m. y p.m.

El consumo de alimento promedio observado el último día del ensayo varió poco entre los cuatro manejos. Aproximadamente la mitad de la cantidad observada consumida fue encontrada en los intestinos de los peces del ensayo. Significa que en promedio para tilapias adultas, la mitad del alimento introducido a su cavidad oral no llega al intestino del pez (Cuadro 2).

Probablemente la diferencia se deba a partículas del alimento que se escapan de la boca o cavidad oral cuando los perdigones eran aplastados o triturados por acción de las placas faríngeas con sus dientes, antes de ser deglutidos. En el diseño del actual estudio no se incluyó un procedimiento para medir la pérdida de partículas de alimento de cavidad oral de los peces.

Cuadro 2. Peso promedio de la cantidad de alimento consumido en 60 minutos observado y detectado en el intestino de un kilogramo de ejemplares de tilapia del Nilo en pilas de concreto en la EAP, Honduras. Las pilas fueron manejadas sin cubierta (Na) o con cubierta de plástico translucido (PT), plástico negro (PN) o con malla contra pájaros (MP). Las cantidades del alimento son en gramos de materia fresca por kilogramo de pez vivo.

Manejos	Consumo de alimento (g/kg de peces)		% Diferencia
	Observado último día	Encontrado en el intestino	
PT	26.42	17.73	67
MP	27.40	11.57	42
Na	26.97	14.29	53
PN	27.24	10.58	39
Promedio	27.01	13.54	50

*Se agregó un 10% al peso del alimento recuperado del intestino para reponer su contenido original de humedad.

**Es la cantidad de alimento encontrado en el intestino/cantidad de alimento consumido según observado $\times 100$.

4. CONCLUSIONES

- De los 120 peces sembrados 116 fueron cosechados al final de los ocho días del ensayo, resultando en una sobrevivencia general de 96.7%, y cada uno de los manejos resultó en una sobrevivencia > 90%.
- Los peces manejados en las pilas cubiertas de plástico translucido o negro lograron más eficientes valores de ICA, seguido por los peces manejados en pilas descubiertas y con malla contra pájaros.
- En general cada pez ganó en promedio de 2.84 g/día durante los ocho días del ensayo. La mejor GDP fue observada en los peces en las pilas cubiertas con plástico translucido, seguido por plástico negro, nada y malla contra pájaros.
- El promedio general de la cantidad de alimento encontrado en los intestinos de cada kg de peces fue de 13.54 g, que equivale 50% de la cantidad observada consumida el último día del ensayo.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar coberturas de plástico en las pilas utilizadas para el cultivo de tilapia bajo condiciones de la EAP, Honduras.
- Realizar ensayos con un procedimiento para poder recuperar del agua y medir la pérdida de partículas de alimento de cavidad oral de los peces.

6. LITERATURA CITADA

AQUA. 2006. Honduras será el primer exportador de filetes frescos de tilapia a Estados Unidos (en línea) Consultado 30 octubre de 2013. Disponible en <http://www.aqua.cl/noticias/index.php?doc=15187>

Ballesteros, M. 2001. Evaluación de la reproducción de la tilapia del Nilo en pilas cubiertas con plástico. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 38 p.

Baltazar Guerrero, P. M. y A.P. Palomino Ramos. 2004. Manual de cultivo de tilapia. FONDEPES. Lima, Perú. 115 p.

Barg, U.C. 1992. Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. FAO *Fisheries Technical Paper #328*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 122 p.

Castillo Campo L. F. 2011. Tilapia roja: Una evolución de 29 años, de la incertidumbre al éxito. Editorial Académica Española. Cali, Colombia. 229 p.

Esquivel Menéndez, B. 2001. Evaluación del uso de cubierta de plásticos en estanques para pre-engorde de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 28 p.

FAO. 2003. Algunos elementos básicos de la acuicultura (en línea). Consultado 10 septiembre de 2013. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/x7156s/x7156s01.pdf>

FAO. Tilapia del Nilo - Requerimientos nutricionales (en línea). Consultado 10 septiembre de 2013. Disponible en <http://www.fao.org/fishery/affris/perfiles-de-las-especies/nile-tilapia/requerimientos-nutricionales/es/>

Flores Quintana, C. 2002. Respuestas neuroendócrinas al estrés en peces teleósteos. Facultad de Ciencias Veterinarias. Instituto de Ictiología del Nordeste (INICNE). Universidad Nacional del Nordeste. 78 p.

Green, B.W. y C. R. Engle. 2000. Commercial Tilapia Aquaculture in Honduras, pages 151-170. In: B. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol. 2. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States of America.

Hepher, B. y C. Pruginin. 1993. Nutrition of pond fishes. Trad. R. Palacios. México, D.F, Mexico. Editorial Limusa. 406 p.

Meyer *et al.* 2006 Acuacultura Manual de Prácticas. Zamorano Academic Press, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 111 p.

NICOVITA. 2007. Manual de Crianza Tilapia. Alicorp. Lima, Perú. 48 p.

Saavedra Martínez, M. A. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. 24 p.

Tecún Díaz, Y. 2012. Evaluación de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16 p.

Zans, F. 2001. La alimentación en la piscicultura. FEDNA España S.A. España. 9 p.