

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUIGALPA HONDURAS

Determinación del consumo de alimento por la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

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

presentado por

Wilson Gerardo Wong Lama

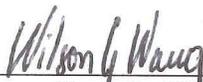
301871

301871

Honduras
Diciembre, 2003

#1791

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



Wilson Gerardo Wong Lama

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2003

DEDICATORIA

A Dios padre, por haberme dado la fuerza, salud y sabiduría para seguir adelante.

De forma especial a mis padres Wilson George Wong Carrera y Laura Lama Lamsi, por su apoyo incondicional, aconsejarme en todo momento, brindarme toda su confianza y ser las personas que más admiro en este mundo.

A mis hermanos, Javier y George, por ser lo mejor que he podido tener y haberme cuidado siempre.

A mis abuelitos, Meche y Gerardo, por todo el amor que siempre me brindaron.

A Marcela Mejía, por ser una persona muy especial, que me brindó todo su cariño.

A mi familia y amigos por todo el aprecio que les tengo.

A Zamorano, aparte de ser mi formación profesional, también por ser la institución que cambio mi vida y hacerme una persona más responsable, independiente y en especial en amar el trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a mi gran amigo y asesor, el Dr. Daniel Meyer, por haberme brindado todo su apoyo, confianza y colaboración en la elaboración de este documento.

A mi gran amigo, el Dr. Isidro Matamoros y señora por todos los consejos, la paciencia y ayudas brindadas.

A mi gran amigo, el Ing. Rogel Castillo por el consejo y la ayuda incondicional que me brindó al elaborar este documento.

A mis colegas, por ser como son y brindarme su apoyo en todos los momentos.

A la señora Rosa Guillen, el Ing. Franklin Martínez y Adonis Galindo por su colaboración en el desarrollo de este estudio.

RESUMEN

Wong Lama, W. 2003. Determinación del consumo de alimento por la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 11 p.

En el cultivo moderno de Tilapia la alimentación representa entre 50 y 75% del costo de producción. El objetivo del estudio fue determinar el consumo diario de alimento peletizado según el peso de la Tilapia. El ensayo se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano entre mayo y agosto de 2003. Se trabajó con 48 peces machos sembrados en tres pilas durante 34 días. Cada una de las pilas estaba dividida en cuatro compartimientos. Se sembraron cuatro peces de similar peso (± 10 g) por compartimiento. Así cada pila (7 m^3) inicialmente tenía cuatro lotes de diferente peso (50, 100, 150 y 200 g). El alimento peletizado con 28% de proteína cruda fue ofrecido a los peces en cuatro porciones diarias *ad libitum* por 30 minutos. Se realizaron dos repeticiones del ensayo en el tiempo. Cada repetición consistió en 17 días, tres días para aclimatación y 14 días para la toma de los datos de consumo. Se hizo una regresión entre el consumo de alimento y el peso de los peces. Se estimó la efectividad de la ingestión del alimento, sacrificando los peces 30 minutos después de ser alimentados y comparando el contenido intestinal con el consumo observado. Se encontró una relación directa entre el consumo de alimento y el peso de la Tilapia, obteniendo una regresión de $y=0.298310 + 0.0023665 x$ ($r^2 = 0.53$; C.V. = 37%). La efectividad de la ingestión del alimento por las Tilapias fue estimada en 67.27%.

Palabras clave: Alimentación, alimento peletizado, eficiencia e ingestión efectiva.



Abelino Pitty, Ph. D.

CONTENIDO

	Página
Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de Cuadros.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
UBICACIÓN.....	2
ENSAYO DE CONSUMO SEGÚN EL PESO DEL PEZ.....	2
ENSAYO DEL MOVIMIENTO DEL ALIMENTO EN EL INTESTINO DEL PEZ.....	3
ENSAYO DEL ALIMENTO INGERIDO POR EL PEZ.....	3
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	3
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	4
ESTIMACIÓN DEL PESO DE LOS PELETS.....	4
CALIDAD DE AGUA.....	4
MORTALIDAD.....	5
CRECIMIENTO.....	5
CONSUMO.....	6
MOVIMIENTO DEL ALIMENTO EN EL INTESTINO DEL PEZ.....	6
ALIMENTO INGERIDO POR LA TILAPIA.....	8
CONCLUSIONES.....	9
RECOMENDACIONES.....	10
BIBLIOGRAFÍA.....	11

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro

1	Calidad del agua en tres pilas (7m ³ cada una) utilizadas para la evaluación del consumo de alimento por 48 ejemplares de Tilapia.....	4
2	Estimación del alimento peletizado ingerido por 16 ejemplares de la Tilapia del Nilo organizados en cuatros grupos según su peso.....	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figuras

1	Promedios diarios de oxígeno en solución y temperatura del agua en tres pilas (7m ³ cada una) utilizadas para la evaluación del consumo de alimento por 48 ejemplares de Tilapia.....	5
2	Ganancia de peso de la Tilapia del Nilo con relación al peso corporal. Los peces estaban agrupados según su peso y alimentados <i>ad libitum</i> en cuatro raciones diarias de 30 minutos durante 34 días.....	6
3	Consumo total diario de alimento por ejemplares de Tilapia de diferentes pesos.	7
4	Movimiento del alimento en el intestino en 48 ejemplares de Tilapia, sometidos a 48 horas de ayuno y luego alimentados <i>ad libitum</i> por 30 minutos. El tiempo en horas es después de ingerir el alimento.....	7

INTRODUCCIÓN

La acuicultura ha tenido una expansión acelerada mundialmente. Según la FAO (2003) la pesca comercial a nivel mundial ha llegado a su máximo y la piscicultura es la opción para satisfacer la demanda de pescado en el mundo.

La producción eficiente y económica de las especies acuáticas requiere del uso de alimentos que cubran los requerimientos nutricionales de las especies bajo cultivo y el empleo de un manejo adecuado (Agribands, 2001). La alimentación constituye el mayor costo en la piscicultura moderna representando entre 50 y 75% de los costos totales de producción (Meyer, 2001). Los costos de alimentación de Tilapia en varias localidades de Honduras fueron estimados en 77 a 86% de los costos totales de la producción de alevines y reproductores (Quispe, 2000).

La forma de ofrecer el alimento y la frecuencia de la alimentación son factores que contribuirán al éxito del cultivo (Agribands, 2001). La cantidad diaria de alimento a ofrecer es calculada tradicionalmente con base en la biomasa de los peces del estanque. Según el fabricante de concentrados más importante en Centroamérica, se recomienda alimentar a la Tilapia a una tasa entre el 13 a 1.5%, para peces de 0.5 a 800 g, respectivamente (ALCON, 2002). Caamaño (1998) logró incrementar el consumo de alimento concentrado al aumentar el número de porciones ofrecidas diariamente a ejemplares de Tilapia de 100 g aproximadamente.

Los objetivos del estudio fueron determinar el consumo de alimento por ejemplares de Tilapia con pesos entre 50 a 200 gramos, el movimiento del alimento en el intestino del pez y la efectividad de la ingestión del alimento.

Durante el ensayo se realizaron monitoreos de temperatura y de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de cada uno de los compartimientos dos veces al día (6:30 am y 12:30 pm). Luego se calculó el promedio de los valores de los cuatro compartimientos para cada pila. Se evaluó el pH y el total de nitrógeno como amonio y amoníaco una vez por semana, previo al recambio del agua de las pilas.

Se determinó el peso inicial y final de los 48 peces durante los 34 días del ensayo. Para pesar los peces se utilizó una balanza electrónica marca Ohaus.

La mortalidad de los peces se determinó de dos formas, por observaciones de peces muertos flotando en el agua y mediante el conteo al finalizar cada prueba de consumo drenando las pilas. Se asumió como fecha de la pérdida de un pez el día que se registró un descenso brusco en el consumo diario de alimento en el compartimiento.

ENSAYO DEL MOVIMIENTO DEL ALIMENTO EN EL INTESTINO DEL PEZ

Finalizando el ensayo de consumo, se mantuvieron los peces en los compartimientos en ayuno durante 48 horas. Luego recibieron alimento *ad libitum* por 30 minutos. Posteriormente, se sacrificó un pez de cada compartimiento 2, 4, 6 y 8 horas después de la alimentación. De cada pez se extrajo su intestino para medir el avance del alimento en su tracto digestivo.

ENSAYO DEL ALIMENTO INGERIDO POR EL PEZ

Se seleccionaron 16 peces machos con pesos entre 50 y 200 gramos. Éstos fueron repartidos y alimentados de manera similar al ensayo de consumo. Durante un periodo de 24 horas los peces estuvieron sin alimento, posteriormente fueron alimentados *ad libitum* por 30 minutos y sacrificados para extraer el contenido del intestino. Este fue secado en un horno a 60° C por 48 horas. La cantidad de materia seca recuperada del intestino de cada pez fue comparada con el consumo de alimento observado según su peso.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo de consumo consistió en tres bloques (pilas) con dos repeticiones en el tiempo. Cada repetición tuvo una duración de 17 días, tres días para aclimatación de los peces y 14 días para la toma de datos del consumo de alimento. Al final de cada repetición los peces fueron sembrados al azar en los compartimientos según su tamaño.

Se hizo una regresión entre el consumo de alimento y el peso del pez. Se realizó un análisis de residuales para poder identificar y eliminar los datos distantes o periféricos. Se analizaron 1246 datos de un total de 1344.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ESTIMACIÓN DEL PESO DE LOS PELETS

Los pelets tenían un peso promedio de 0.0338 g (\pm 0.001). Se encontró uniformidad en el peso de los pelets utilizados para la alimentación de los peces. Esta uniformidad es un indicador de la buena calidad del alimento fabricado en Honduras para Tilapia.

CALIDAD DE AGUA

Durante los 34 días del estudio los parámetros de calidad de agua estuvieron dentro de los rangos aceptables para el buen desarrollo de la Tilapia del Nilo (Cuadro 1). La temperatura del agua juega un papel importante en el crecimiento del pez; se observaron temperaturas bajas que pudieron haber afectado el apetito y desarrollo de los peces (Figura 1). Un incremento en la temperatura del agua acelera el desarrollo del pez y aumenta el consumo de alimento (Hepher, 1993).

Se encontraron concentraciones bajas de oxígeno en el agua de las pilas (Figura 1) al finalizar el ensayo de consumo. A concentraciones por debajo de 4.0 ppm de oxígeno disuelto se ha encontrado una disminución en la tasa de crecimiento y el apetito de algunas especies de peces (Hepher, 1993), aunque la Tilapia es un pez rústico que tolera estar en agua pobre en oxígeno (Meyer y Martínez, 2003).

La presencia de sustancias tóxicas puede afectar el crecimiento y el normal desarrollo de los peces (Hepher, 1993). Las concentraciones de TAN en el agua de las pilas estaban dentro de los valores aceptables para la Tilapia (Cuadro 1). Debido al recambio semanal de agua y nunca se encontró un valor elevado de amoníaco.

Cuadro 1. Calidad del agua en tres pilas (7m³ cada una) utilizadas para la evaluación del consumo de alimento por 48 ejemplares de Tilapia.

Parámetro	Temperatura (° C)	Oxígeno (ppm)	pH	TAN (ppm)
Máximo	29.5	6.5	8.0	1.5
Mínimo	24.1	2.2	6.5	0.9
Promedio	27.3	4.4		1.2
Óptimo (a)	28.0-32.0	>4.0	6.5 – 8.5	<1.1
Letal (a)	<12.0 ó >38.0	<0.8	<5.0 ó >9.0	>2.0

ppm = partes por millón

a = según el fabricante del alimento para Tilapia

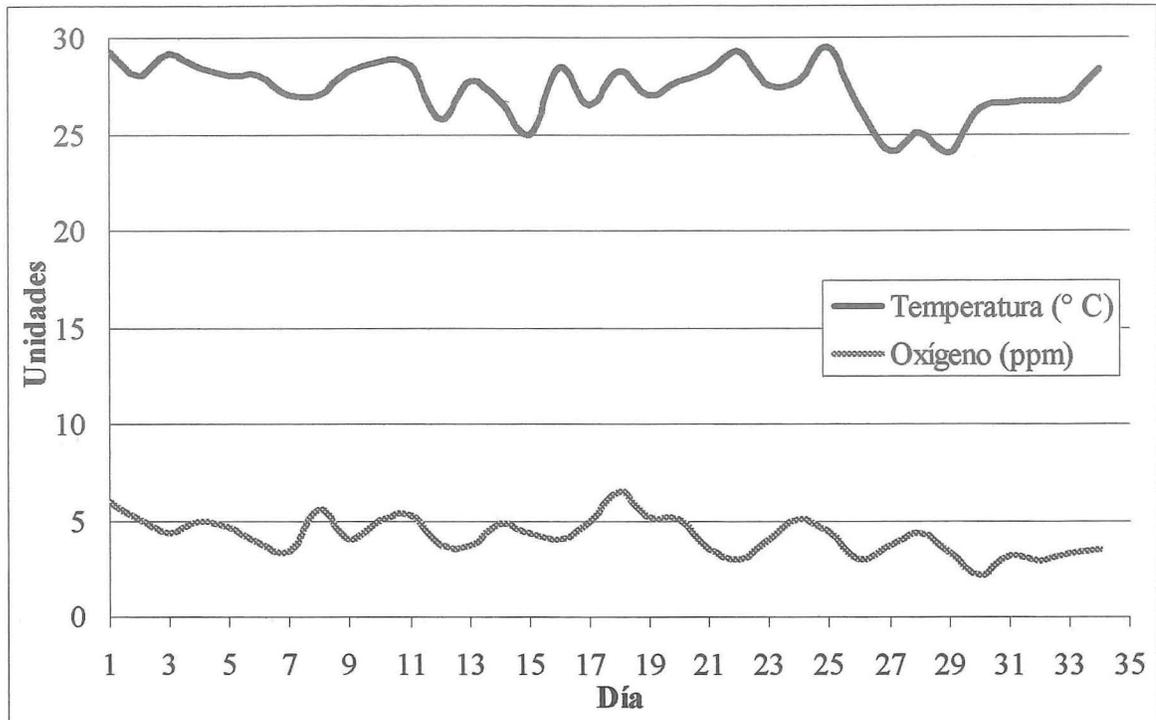


Figura 1. Promedios diarios de oxígeno en solución y temperatura del agua en tres pilas (7m³ cada una) utilizadas para la evaluación del consumo de alimento por 48 ejemplares de Tilapia.

MORTALIDAD

Tres peces (6.5% de la población) murieron en los 34 días. El 15 de junio se observó un pez muerto con presencia de una infección fungosa (*Saprolegnia* sp.) y faltaron dos peces al drenar las pilas.

La Tilapia es susceptible a la depredación por garzas y el martín pescador (Lagos, 2000). Estos pájaros son comunes en Zamorano y frecuentan los estanques de la estación de acuicultura. Durante este ensayo las pilas no estuvieron cubiertas por una malla contra pájaros.

CRECIMIENTO

No se observó una tendencia en la ganancia de peso entre los cuatro grupos de peces (Figura 2). Según Hepher (1993) la ganancia de peso está en relación con el peso del pez; es muy rápida durante la fase larval y juvenil del pez y disminuye a medida que aumenta el tamaño del pez. Hay varios factores que influyen en la tasa de crecimiento de los peces como el sexo, genética, salud, densidad poblacional, alimentación, temperatura del agua, calidad del agua, entre otros.

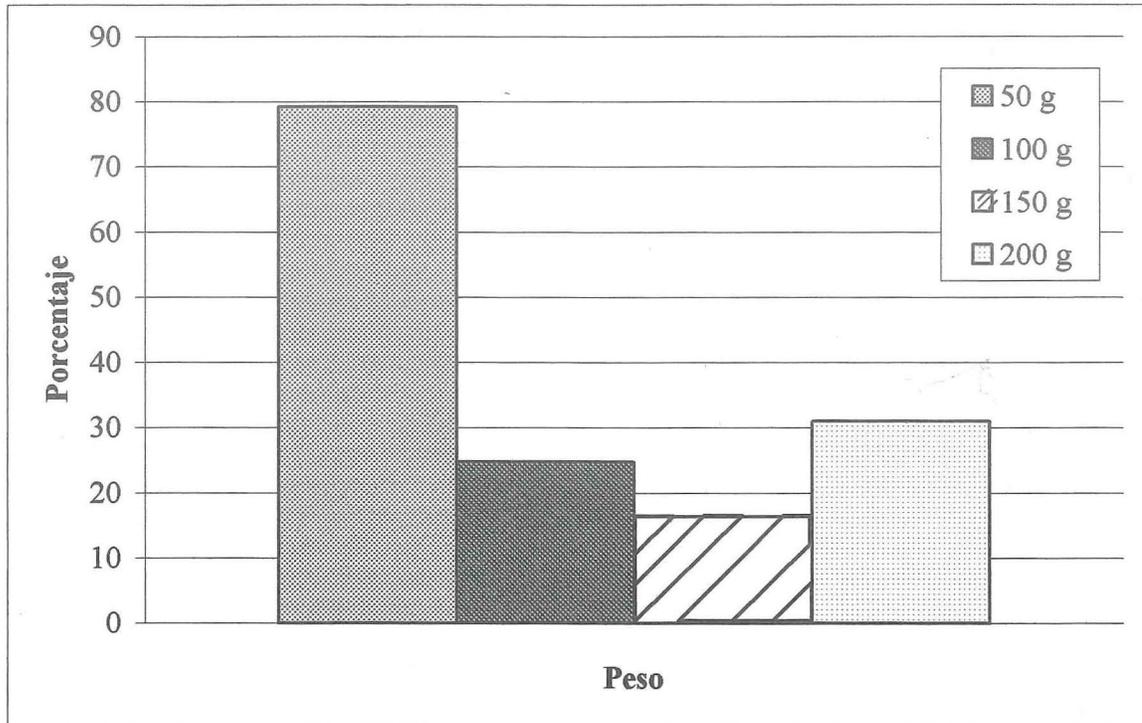


Figura 2. Ganancia de peso de la Tilapia del Nilo con relación al peso corporal. Los peces estaban agrupados según su peso y alimentados *ad libitum* en cuatro raciones diarias de 30 minutos durante 34 días.

CONSUMO

La cantidad de alimento consumido por los peces en este ensayo fue menor a las cantidades recomendadas para el manejo semi-intensivo de Tilapia (Meyer y Martínez, 2003). El consumo de alimento aumentó en forma directa con el peso del pez; la regresión que se obtuvo fue de $y=0.298310 + 0.0023665 x$ (Figura 3). Los animales más grandes consumieron más alimento.

MOVIMIENTO DEL ALIMENTO EN EL INTESTINO DEL PEZ

El movimiento del alimento a lo largo del intestino varió de 20 a 30 cm en 8 horas y no se encontró una variación en el movimiento del alimento según el peso del pez (Figura 4). El movimiento fue lento en comparación con los resultados de otros estudios; por ejemplo Job (1977) estimó el tiempo de pasaje del alimento por el intestino de la Tilapia fue estimado en aproximadamente ocho horas.

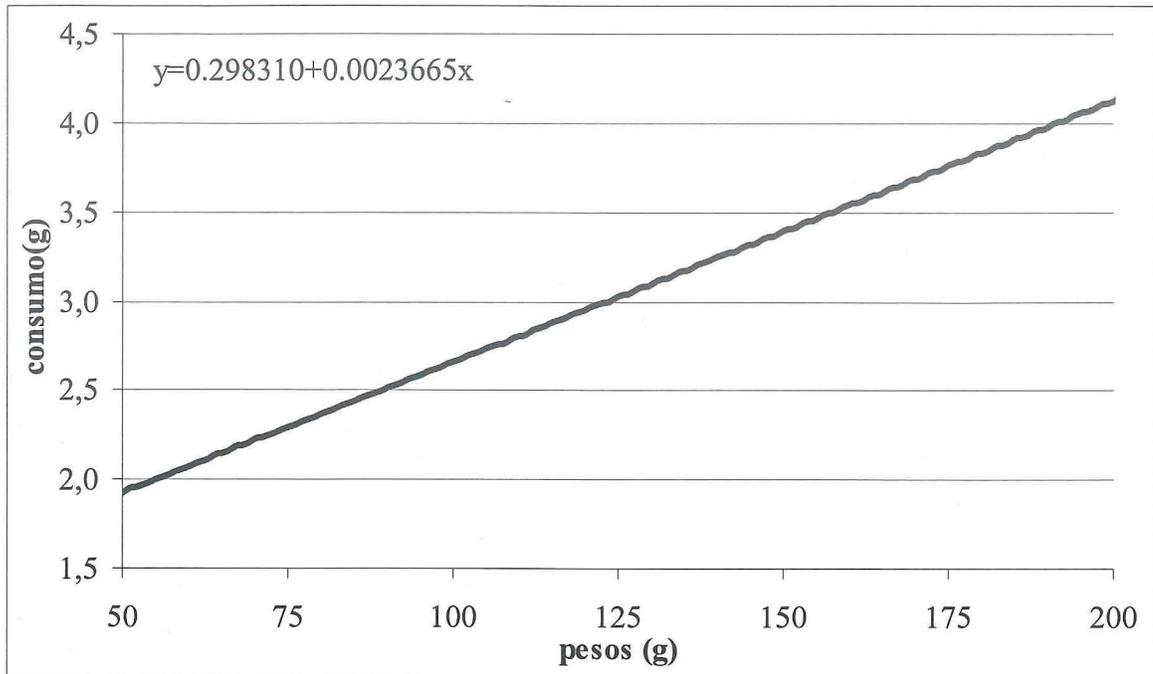


Figura 3. Consumo total diario de alimento por ejemplares de Tilapia de diferentes pesos.

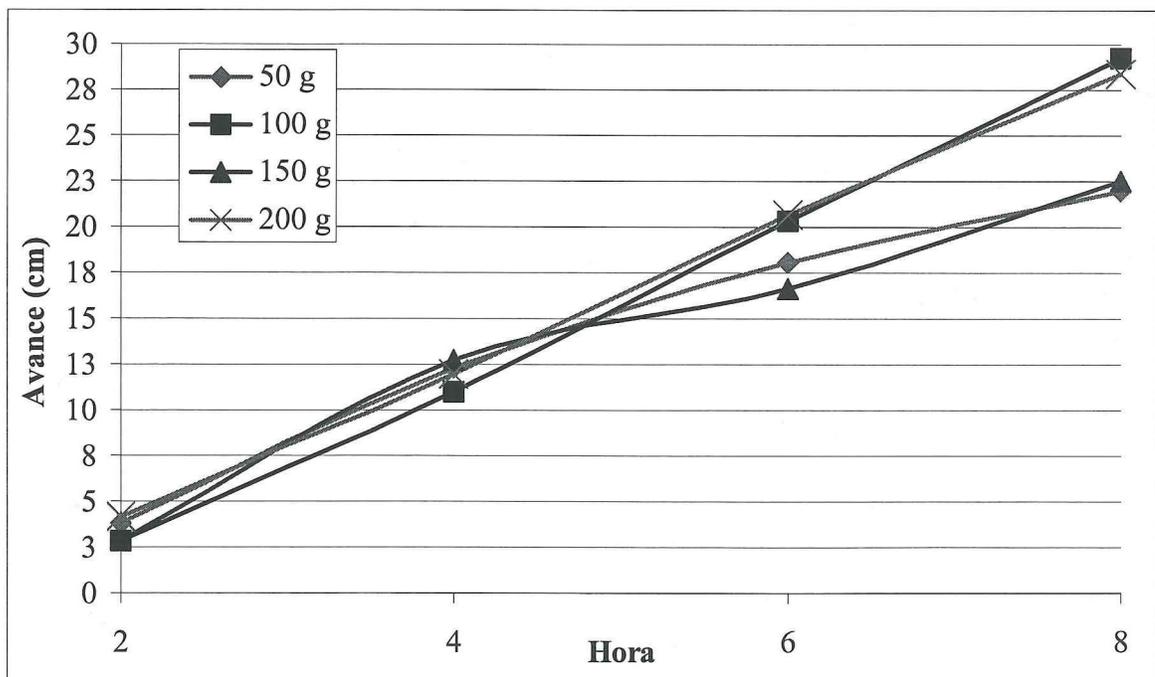


Figura 4. Movimiento del alimento en el intestino en 48 ejemplares de Tilapia, sometidos a 48 horas de ayuno y luego alimentados *ad libitum* por 30 minutos. El tiempo en horas es después de ingerir el alimento.

El movimiento del alimento por el intestino del pez puede variar dependiendo de muchos factores (Hunt, 1960) que incluyen la temperatura del agua, la composición del alimento y si el pez presenta o no estómago en su sistema digestivo. Típicamente los animales herbívoros tienen intestinos largos para poder absorber el valor nutritivo de los tejidos vegetales, los cuales son más difíciles digerir en comparación con los tejidos animales.

ALIMENTO INGERIDO POR LA TILAPIA

Los peces no fueron eficientes en la ingestión del alimento ofrecido durante la prueba. La fracción de alimento encontrado en el intestino de cada pez aumentó gradualmente con el peso individual de las Tilapias (Cuadro 2). Posiblemente los peces más grandes pudieron ingerir con mayor facilidad los pelets de 4 mm de diámetro. Se asume que los peces perdieron una fracción del alimento introducido en la cavidad bucal durante el proceso de deshacer los pelets y en el movimiento de las partículas hacia la faringe.

Cuadro 2. Estimación del alimento peletizado ingerido por 16 ejemplares de la Tilapia del Nilo organizados en cuatro grupos según su peso.

Peso de la Tilapia (g)	Materia seca (g)		Ingestión efectiva (%) ^ψ
	Consumido	Intestino	
200	1.58	1.18	74.18
150	0.75	0.54	72.31
100	0.57	0.33	58.48
50	0.78	0.50	64.10
Promedio			67.27

$$^{\psi} = (\text{Cantidad de materia seca en el intestino} \div \text{cantidad de materia seca consumido}) \times 100$$

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano, Honduras, de mayo a agosto de 2003. Zamorano está ubicado a 800 msnm con una temperatura promedio de 24° C y una precipitación anual promedio de 1,100 mm.

ENSAYO DE CONSUMO SEGÚN EL PESO DEL PEZ

El estudio se realizó en tres pilas de concreto de 7 m³ cada una, las cuales fueron llenadas con agua dulce bombeada del Lago Monte Redondo. Las pilas estaban divididas en cuatro compartimientos cada una con una malla (Vexar) de plástico de 16 mm de luz.

Se instaló una malla de 10 cm de ancho y una luz de 3 mm a nivel del agua para evitar el paso de los pelets de un compartimiento a otro. Se utilizaron ladrillos apilados como pilares para sostener la malla Vexar. El agua de cada pila recibió aireación continua y un recambio del 25% de agua semanalmente. La aireación fue realizada por medio de un difusor conectado a un sistema de PVC y un soplador.

Se utilizaron 48 ejemplares machos de Tilapia del Nilo del Laboratorio de Acuicultura en cuatro grupos de 50, 100, 150 y 200 g. Los peces seleccionados debían tener un mínimo de seis barras verticales oscuras en el cuerpo y tres bandas verticales completas en la aleta caudal.

Previo a la siembra, se tomó el peso de los peces utilizando una balanza Ohaus, modelo Compact Scale CS2000. En cada uno de los compartimientos de las pilas, se sembraron cuatro de peces de peso similar (± 10 g) y en cada compartimiento un peso diferente (50, 100, 150 y 200 g).

Los peces fueron alimentados con un concentrado peletizado con 28% de proteína cruda que fue ofrecido *ad libitum* por 30 minutos, cuatro veces al día (6:30 am, 10:00 am, 12:30 pm y 16:00 pm). Después de 30 minutos, se retiró el sobrante de alimento de cada compartimiento para la evaluación del consumo.

El alimento se pesó con una balanza de precisión Ohaus modelo Dial-O-Gram. Tres lotes de 100 pelets cada uno fueron pesados para estimar el peso promedio de cada pelet y así poder estimar la cantidad de alimento consumida en cada porción ofrecida.

BIBLIOGRAFÍA

Agribands. 2001. Programa Purina para la Alimentación de Especies Acuáticas (en línea). Agribands Purina. MX. Consultado 13 sept. 2003. Disponible en <http://www.agribands.com/Countries/Mexico/acuacultura9.htm>

ALCON (Alimentos Concentrados Nacionales). 2002. Programa de alimentación ALCON para Tilapias. Alimentos Concentrados Nacionales, S.A. San Pedro Sula, HN. 6 p.

Caamaño, E. 1998. Relación entre la frecuencia de la alimentación y el consumo de la Tilapia. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. HN. 17 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2003. Acuicultura: más que una industria de exportación (en línea). Consultado 13 septiembre de 2003. Disponible en: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/aquaculture.htm>.

Hepher, B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Ediciones Limusa, MX 406 p.

Hunt, B. 1960. Digestion rate and food consumption of Florida gar, warmouth and largemouth bass. Trans. Am. Fish. Soc: 89: 206-211.

Job, S. 1977. Laboratory studies on fish energetics and their applications to aquaculture. J. Maduri Univ., 6(2):35-42.

Lagos, H. 2000. Comparación de la sobrevivencia y crecimiento de dos líneas de Tilapia cultivadas bajo dos sistemas de manejo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. HN. 17 p.

Meyer, D.; Martinez, F. 2003. Acuicultura manual de prácticas. Zamorano Academic Press. Escuela Agrícola Panamericana. HN. 109 p.

Meyer, D. 2001. Nutrition and Feeding of Tilapia. Pages: 61-71. In D.E. Meyer, Editor, VI Central American Aquaculture Symposium, 22-24 August 2001, Tegucigalpa, HN. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Global Aquaculture Alliance, Escuela Agrícola Panamericana, Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Escuela Agrícola Panamericana, HN.

Quispe, F. 2000. Estimación de los costos de la producción de alevines de Tilapia en tres localidades de Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. HN. 68 p.

CONCLUSIONES

El consumo de alimento aumentó en forma directa con el peso de los peces.

El movimiento del alimento en el intestino fue menor al reportado por otras investigaciones.

Los peces probados en este ensayo no fueron eficientes al momento de ingerir los pelets.

RECOMENDACIONES

En futuros trabajos se debe enfatizar la importancia de ajustar adecuadamente el diámetro del pelet con el tamaño del pez.

Probar otras técnicas de alimentación con el fin de incrementar la eficiencia de ingestión.

Siempre colocar mallas para evitar la depredación de los peces por las aves.

Para evaluar el movimiento del alimento en el intestino de la Tilapia se debe revisar el protocolo experimental y considerar el uso de marcadores como el carmín u óxido de cromo, entre otros.