

**Relación entre la frecuencia de la
alimentación y el consumo en tilapia
(*Oreochromis niloticus*)**

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

presentado por

Erika Elizabeth Caamaño Reyes

Zamorano - Honduras
Diciembre, 1998

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



Erika Caamaño

Zamorano – Honduras
Diciembre, 1998

DEDICATORIA

A Dios y a la virgen por ser la luz que guía mi camino.

A mis padres, Jenny y Efraín, por brindarme su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento cuando más las necesité.

A mi hija Michelle, por ser la fuerza que me impulsa a seguir adelante.

A Sergio, por su amor, apoyo y comprensión, porque sin él nada de esto hubiera sido posible.

A Rodney y Xavier, por su apoyo y amistad incondicional.

Y en especial, a mi Mami Carmen, porque sé que aunque no está entre nosotros, siempre estará orgullosa de mis logros.

AGRADECIMIENTOS

A Zamorano por la formación académica y disciplinaria que me brindaron, preocupándose siempre de la excelencia académica a sus estudiantes.

A mis padres por brindarme la oportunidad de alcanzar una carrera, por apoyarme incondicionalmente, por colaborar en todo momento con mi formación profesional y personal, porque sin su comprensión y cariño nunca lo hubiera logrado.

A Sergio y a Michelle por su amor, cariño, comprensión y por todos los momentos que han compartido conmigo.

A la familia Zepeda Turcios por su ayuda, apoyo y amistad.

A la familia Gallozzi Calix por la amistad brindada durante mis estudios en Zamorano.

A mis compañeras de cuarto Olenka y Mildrelena por su amistad y los momentos que compartimos.

A Rubén, Elbyn, Carlos, Ariel y Francisca por su amistad.

A todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo, en especial a Daniel E. Meyer Ph.D. por la confianza que puso en mí para la realización de este trabajo.

A mis asesores, Dra. Gladys de Flores e Ing. Gerardo Murillo por los consejos y el tiempo dedicado en este trabajo.

A Adonis por la colaboración brindada en el desarrollo del ensayo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco en primer lugar a mis padres por el apoyo económico que me brindaron para alcanzar el título de Ingeniero Agrónomo.

A la Fundación Privada Willson Popenoe, por su ayuda durante el Programa Agrónomo, y que continúe con la misión tan importante que cumple al colaborar con el desarrollo de los jóvenes de nuestro país, Ecuador.

A Zamurano por el financiamiento recibido en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Al Proyecto de Acuicultura por el financiamiento brindado en el PIA y por las instalaciones para la realización del proyecto especial.

RESUMEN

Caamaño, Erika 1998. Relación entre la frecuencia de la alimentación y el consumo en tilapia (*Oreochromis niloticus*). Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 17p.

Uno de los principales costos en la producción de peces es la alimentación y es de suma importancia determinar la cantidad real de alimentos que éstos consumen. En las explotaciones piscícolas comerciales se calcula la cantidad de alimento a ofrecer basándose en un porcentaje de la biomasa total de los peces en un estanque. El consumo del alimento se ve afectado, entre otras variables, por la frecuencia de la alimentación. El objetivo del estudio fue estimar la cantidad de alimento consumido por los peces por día, al modificar la frecuencia de su alimentación durante 28 días. El trabajo se realizó bajo condiciones de laboratorio y se utilizaron nueve tilapias grises con un peso promedio de 101.8 g, las cuales fueron alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con 30% de proteína cruda. La cantidad de alimento consumido diariamente tuvo un marcado incremento al aumentar la frecuencia de la alimentación. El consumo diario de alimento varió entre 0.0 a 6.55 g/pez. No se detectó diferencias en lo que respecta a ganancias de pesos, ni en los índices de conversión alimenticia, ni proteica. El comportamiento de los peces en cuanto a consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia de materia seca y proteína fue similar. Existía una relación entre el consumo diario y el del día siguiente, así como entre lo que un pez es capaz de consumir en horas de la mañana y de la tarde. No se encontró diferencias en la composición química del cuerpo de los peces, ni de sus filetes al variar sus regímenes alimenticios. La capacidad de consumo de los peces en horas de la mañana se redujo al aumentar la frecuencia de alimentación.

Palabras claves: Nivel alimenticio, Índice de Conversión Alimenticia, Índice de Conversión Proteica, capacidad de consumo.

¿COMO HACER MÁS EFICIENTE EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN EL CULTIVO DE TILAPIAS?

En busca de alternativas para mejorar los sistemas de alimentación en el cultivo de tilapias se probaron diferentes frecuencias de alimentación bajo condiciones de laboratorio, con el objetivo de comparar el consumo de alimento por ejemplares de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*). Estas pruebas se realizaron por un período de 28 días (11 de Agosto al 7 de Septiembre).

Uno de los principales costos de la producción de tilapia es el de la alimentación el cual representa entre un 50-75% de los costos totales de producción por lo que es necesario hacer más eficiente la utilización del alimento en la explotación comercial de tilapias.

Se obtuvo un incremento en el consumo de alimento, al pasar de una a 4 porciones de alimento al día, de igual manera se incrementó la ganancia de peso y se obtuvo una mejor eficiencia de alimentación aunque ésta no fue significativamente superior.

El consumo en horas de la mañana fue un 18% mayor al consumo en horas de la tarde en los peces alimentados 2 veces al día, mientras que el consumo de alimento de los peces alimentados 4 veces al día fue similar en todas las porciones. Estas son condiciones que debemos tomar en cuenta para distribuir más eficientemente el alimento en las lagunas para el cultivo de tilapia.

Esta prueba bajo condiciones de laboratorio es el paso inicial de una serie de investigaciones que serán aplicadas bajo condiciones de cultivo intensivo.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimiento a patrocinadores	vi
	Resumen	vii
	Nota de prensa	viii
	Contenido	ix
	Índice de Cuadros	x
	Índice de Figuras	xi
1.	INTRODUCCION	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1.	Objetivo General	3
2.2.	Objetivos Específicos	3
3.	MATERIALES Y METODOS	4
3.1.	Sistema de cultivo	4
3.2.	Calidad de agua	4
3.3.	Animales	4
3.4.	Análisis químico	5
3.5.	Análisis estadístico	5
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	6
4.1.	Calidad de agua	6
4.2.	Consumo de alimento	6
4.3.	Crecimiento de los peces	10
4.4.	Índices de eficiencia	11
4.5.	Análisis químico de los peces	12
4.6.	Análisis químico del alimento	13
5.	CONCLUSIONES	14
6.	RECOMENDACIONES	15
7.	BIBLIOGRAFIA	16

INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Parámetros de calidad de agua durante el ensayo.	6
2.	Consumo promedio diario de alimento, materia seca y proteína cruda en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC.	8
3.	Consumo promedio total de alimento, materia seca y proteína cruda en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.	10
4.	Ganancia promedio diaria de peso, materia seca y proteína cruda en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC.	10
5.	Ganancia promedio total de peso, materia seca y proteína cruda en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.	11
6.	Indices de Conversión Alimenticia (ICA) en base fresca, en base seca (ICA bs) e Indices de Conversión Proteica en base seca (ICP bs) en tilapias alimentadas con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.	12
7.	Contenido de materia seca (MS) y proteína cruda en base seca (PC bs) de tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.	12
8.	Contenido de materia seca (MS) y proteína cruda en base seca (PC bs) de los filetes de tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.	13
9.	Contenido de materia seca (MS) y proteína cruda en base seca (PC bs) del alimento peletizado fresco y después de 30 minutos en agua.	13

INDICE DE FIGURAS

Figura

1. Distribución del consumo de alimento en tilapias alimentadas 1 (a), 2 (b) y 4 (c) veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días. 7
2. Consumo promedio diario y distribución porcentual del alimento en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC. 9

1. INTRODUCCION

Uno de los principales costos en la producción de peces es la alimentación, el cual representa entre 50 a 75% de los costos totales. Debido al alto costo de los insumos, es de suma importancia determinar la cantidad de alimento que los peces consumen. En las explotaciones comerciales acuícolas, el método utilizado para calcular la cantidad de alimento a ofrecer está basado en un porcentaje de la biomasa total de los peces cultivados en un estanque. Hefner y Pruginin (1989) explican que las necesidades de alimento para el mantenimiento y crecimiento se incrementan al aumentar la talla de los peces; pero las necesidades relativas de alimentación y los requerimientos por unidad de peso se reducen.

El consumo diario de alimento ofrecido al pez por día se ve afectado por la especie, temperatura del agua, densidad de siembra, disponibilidad de alimento natural, nivel de energía en la dieta, calidad del agua, frecuencia de la alimentación, la cantidad de alimento consumido el día anterior, factores sociales y la salud de los peces (Lim, 1997). Estos factores también afectan el índice de conversión alimenticia (Parker, 1987).

Los concentrados para el cultivo de tilapia usualmente contienen de 24 a 32% de proteína cruda. En ausencia del alimento natural, el nivel de proteína requerido para un óptimo crecimiento en alevines de tilapia es superior al 40% y decrece a 35% cuando el pez llega a 30 g de peso (Lim, 1989).

Trabajando con el bagre del canal, Lovell* (1979) encontró que por cada gramo de alimento consumido el bagre ganaba 0.84 g en peso, en comparación con el pollo que sólo obtenía 0.48 g de peso por cada gramo de alimento consumido. No se encontraron diferencias significativas en la conversión de proteína dietética en proteína del animal, siendo para el bagre de 36% y la del pollo de 33%.

En sistemas acuícolas intensivos se obtienen índices de conversión alimenticia de 2.0 o menos. En sistemas menos intensivos los índices de conversión pueden llegar a ser superiores a 4.0. Estos índices de conversión alimenticia de 2.0 están basados en alimentación con pellets prácticamente secos con 10% de humedad, en comparación con un 80% de humedad en los peces, lo que equivale a un índice de conversión alimenticia en base seca [ganancia de peso kg de materia seca (MS)/ consumo de alimento kg MS] de 9:1 (Parker, 1987). El índice de conversión alimenticia en base seca da una mejor idea de la eficiencia de conversión de nutrientes de la dieta en biomasa de los peces.

La frecuencia diaria de la alimentación varía con el tamaño del pez (Lim, 1995): a medida que el pez aumenta de tamaño, la frecuencia de la alimentación se va reduciendo. Los peces pequeños se alimentan comúnmente entre ocho a 10 veces por día, ésta frecuencia se reduce a dos a tres veces por día durante la fase de finalización de su engorde.

Kumbaryk (1980) encontró que la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada cuatros veces por día obtenía un mayor crecimiento que los peces alimentados dos veces por día. No hubo una diferencia significativa en el crecimiento cuando se le suministró alimento ocho veces al día. Debido a la ausencia de un estómago verdadero en la tilapia, ésta responde mejor a una alimentación más frecuente que los salmónidos, que por ser carnívoros poseen un estómago verdadero (Kumbaryk, 1980).

Lim (1995) demostró que *Oreochromis niloticus*, por su hábito de consumo continuo, ocasiona una reducción del tiempo de exposición del alimento en el agua, lo que reduce la desintegración del pellet y la disolución de los nutrientes. Así también determinó que una alimentación más frecuente incrementa el consumo de alimento por las tilapias.

Meriwether (1986) observó que *O. niloticus* ganaba un 72% más de peso alimentando con comederos a demanda que alimentados una sola vez manualmente. La conversión alimenticia de los primeros fue elevada debido al desperdicio del alimento que el pez no consumió.

El consumo del alimento está influenciado por factores como la concentración del oxígeno disuelto en el agua y la temperatura (Lovell, 1989). Una baja concentración de oxígeno reduce la actividad de los peces y el consumo de alimento. Robinson *et al.* (1994) indica que el pico de demanda de oxígeno ocurre usualmente seis horas después de la alimentación.

Muchas de las partículas pequeñas del alimento no son consumidas, resultando en una pobre eficiencia en la conversión alimenticia y en una reducción en la calidad del agua en los estanques. Para minimizar estas pérdidas los alimentos comerciales son procesados a pellets que se mantienen intactos varias horas en el agua hasta ser consumidos por el pez.

Las propiedades físicas del pellet para tilapia son importantes, especialmente su estabilidad y tamaño. El tamaño del alimento debe ser lo más grande posible para minimizar la pérdida de nutrientes pero adecuado para que pueda ser consumido por el pez. La estabilidad en el agua es necesaria para minimizar las pérdidas de nutrientes durante el período que el alimento permanezca en el agua antes de ser consumido (Lim, 1997).

2 p/g

2. OBJETIVOS ¹⁹

2 p/g

2.1. OBJETIVO GENERAL ^{12. A...}

2 p/g

- Comparar la cantidad del alimento consumido por ejemplares de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con diferentes frecuencias de alimentación por día, en un período de 4 semanas.

1.5 p/g

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ^{1.7 A...}

- Establecer la frecuencia de la alimentación de tilapia gris que incurre en el mayor consumo del alimento, en un período de cuatro semanas.
- Relacionar el número de porciones del alimento por día con el índice de conversión alimenticia de la tilapia gris, en un período de 4 semanas.
- Relacionar el número de porciones por día del alimento con el índice de conversión proteica alcanzado por el pez y en el filete, en un período de 4 semanas.

2 p/g

1 p/g

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. SISTEMA DE CULTIVO

Se realizó el ensayo en un sistema de tanques de libra de vidrio, con una capacidad de 300 litros cada uno, a una densidad de dos peces/tanque y con recirculación de agua. El sistema consistía en: un tanque de sedimentación, una bomba de agua y un biofiltro colocado en la parte superior del sistema. Se tenían además 3 calentadores sumergibles (300 w cada uno) para controlar la temperatura del sistema.

3.2. CALIDAD DE AGUA

El sistema contenía agua potable con un pH ajustado a 7 por medio de aplicaciones de cal agrícola (10 ppm). El agua fue oxigenada durante 24 horas previo a su introducción en el sistema para eliminar su contenido de cloro. Se mantuvo un nivel de recambio de agua del 20% por día durante el transcurso del ensayo.

Se realizaron monitoreos de temperatura y oxígeno disuelto en el agua dos veces por día (06:00 a.m. y 03:00 p.m.) con un medidor polarigráfico de oxígeno y temperatura (YSI, modelo 55). Se midió el pH del agua del sistema una vez al día (después de realizar el recambio de agua) con un potenciómetro (HHCH, modelo 23). Los monitoreos de amoníaco se realizaron semanalmente utilizando el método de Hach.

3.3. ANIMALES

Se emplearon 18 ejemplares adultos de *Oreochromis niloticus* en el ensayo. Los peces fueron aclimatados al sistema de recirculación y alimentados con la dieta de 30% PC durante 7 días. Al iniciar la prueba, cada pez fue pesado individualmente.

Después del período de aclimatación, se dejó un animal por tanque para la fase de toma de datos. Se tomaron 6 peces al azar de los peces restantes, de los cuales tres fueron fileteados para determinar la composición química de los cuerpos y de los filetes.

Los peces experimentales fueron sometidos a tres regímenes de alimentación, en los cuales recibieron el alimento 1, 2 y 4 veces/día, distribuidos completamente al azar en los tanques. Cada régimen tenía tres repeticiones, todas con el mismo tipo de alimento (30% PC Extruítilapia). Las horas de alimentación se muestran a continuación.

Tratamiento Porciones/día	Hora			
	06:30 a.m.	10:00 a.m.	01:30 p.m.	05:00 p.m.
1: Alimentación 1 vez al día.	✓			
2: Alimentación 2 veces al día.	✓			✓
3: Alimentación 4 veces al día.	✓	✓	✓	✓

Cada día del ensayo los peces fueron alimentados manualmente, ofreciéndoles todo el alimento pelotizado que pudieron consumir en 30 minutos por cada porción de alimentación. Al terminar los 30 minutos el alimento que no fue consumido fue retirado de los tanques. Este alimento retirado fue contabilizado y secado en un horno a una temperatura de 60°C para determinar la cantidad no consumida y para realizar el análisis proximal del sobrante.

La duración de la fase de toma de datos fue de 28 días (11 de Agosto al 7 de Septiembre). Al finalizar esta fase los peces fueron pesados individualmente con una balanza de precisión para determinar la ganancia de peso. Se tomaron 2 peces al azar en cada tratamiento para determinar la composición química de los cuerpos y de los filetes.

3.4. ANALISIS QUIMICO

El alimento no consumido, los pescados y los filetes se sometieron a una determinación de su contenido de humedad en un horno a 60°C. La determinación de la humedad total fue en un horno a 105°C por 24 horas. El método para determinar la proteína cruda (PC) fue el de Nitrógeno total por Kjeldahl multiplicado por 6.25.

Los métodos usados son los recomendados por la AOAC (1995).

3.5. ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis de los resultados se utilizó el Statistic Analysis System (SAS). Se realizó un ANDEVA para los consumos diarios y totales, composición proximal del alimento y de los peces. Para las ganancias de peso diarias y totales se realizó un análisis de covarianza. En todas las variables se realizó una separación de medias con la prueba SNK.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CALIDAD DE AGUA

Durante los 28 días del ensayo se mantuvieron todos los parámetros de la calidad del agua dentro de los rangos óptimos para el cultivo de tilapia (Cuadro 1). La tilapia es un pez rústico y resistente que se adapta con facilidad a una variedad de sistemas de cultivo.

Cuadro 1. Parámetros de calidad de agua durante el ensayo.

Parámetro	Valor Máximo	Valor Mínimo	Promedio (n)	Rango óptimo (Fuente)
Temperatura (°C)	28.9	25.1	27.2 (56)	25-32 (Meyer, 1998)
Oxígeno (mg/l)	8.10	4.15	5.54 (56)	> 2.0 (Meyer, 1998)
pH	7.83	7.07	7.28 (28)	6.5 - 8.5 (Boyd, 1990)
Amoníaco total	0.65	0.30	0.54 (4)	< 1.1 (Meyer, 1998)

n= número de observaciones

4.2. CONSUMO DEL ALIMENTO

Hubo mucha variación de un día a otro en el consumo del alimento (Figura 1). Se observó la tendencia de un mayor consumo de alimento por parte de los peces alimentados más veces por día (Cuadro 2). Los peces alimentados 2 ó 4 veces/día consumieron un promedio de 34 y 110% más alimento fresco respectivamente que los peces alimentados una sola vez al día.

En forma similar, estos peces ingirieron 55 y 138% más de materia seca respectivamente, con relación a los alimentados una sola vez. De igual manera el consumo de proteína cruda se incrementó en cantidades similares. Esta diferencia en el consumo promedio diario de los peces alimentados 1, 2 y 4 veces/día eran estadísticamente significativas.

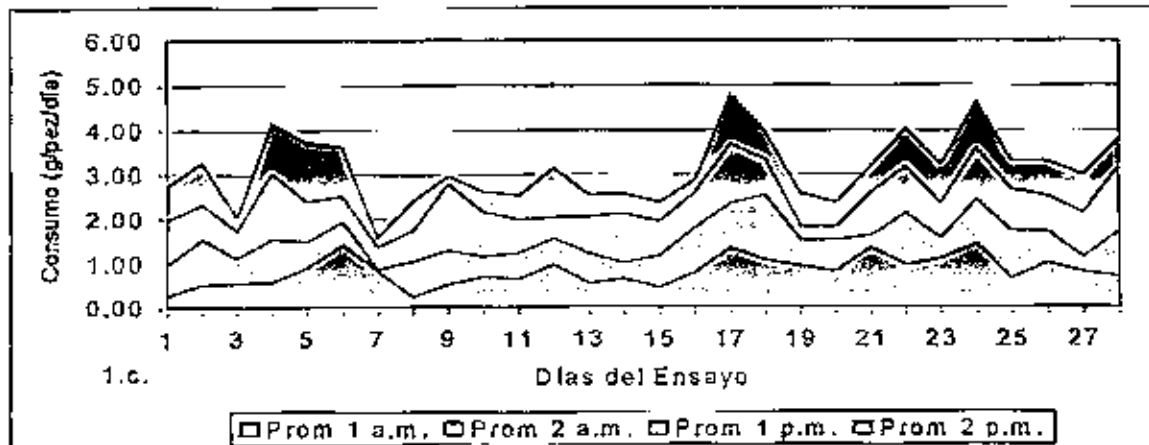
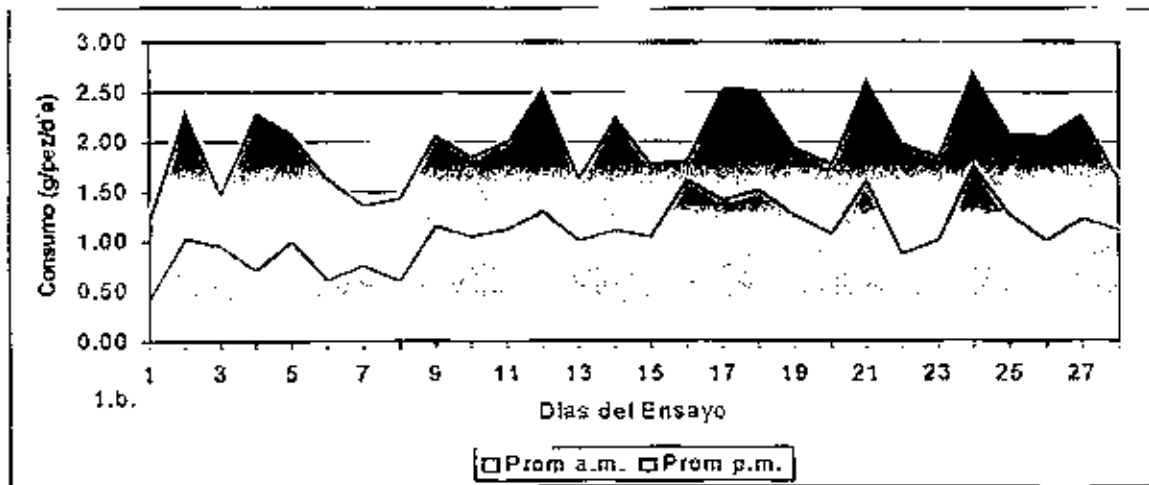
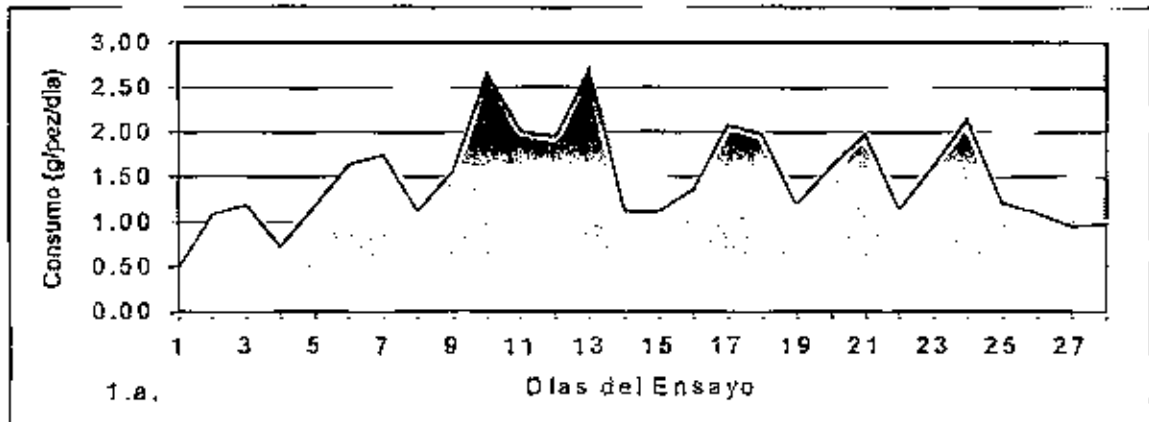


Figura 1. Distribución del consumo del alimento en tilapias alimentadas 1(a), 2(b) y 4(c) veces al día con alimento polietilizado con 30%PC durante 28 días.

Cuadro 2. Consumo promedio diario de alimento, materia seca y proteína cruda en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC.

Frecuencia de la alimentación (Porciones/día)	Consumo promedio diario (g/pez/día)		
	Alimento fresco	Materia seca	Proteína cruda
1	1.49 c	1.27 c	0.46 c
2	2.00 b	1.96 b	0.71 b
4	3.13 a	3.02 a	1.10 a

En las columnas valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.01$)

El pez que presentó el mayor consumo por día pesaba 102.14 g, consumió 6.55 g en 4 porciones de alimento, en el día 2 de la prueba. Esta cantidad de alimento es igual al 6.41% del peso fresco del pez. Tilapias de este tamaño normalmente se alimentan a un nivel de 4% de su biomasa (Lovell^b, 1979). El menor consumo presentado para este pez fue de 2.08 g con un peso estimado de 113.34 g para el día 7 de la prueba, lo que representaba solo un 1.83% de su biomasa total. Este pez consumió durante el ensayo un total de 116.59 g de alimento, obteniendo una ganancia de peso de 62.62 g, alcanzando así el mejor índice de conversión alimenticia (ICA) del ensayo igual a 1.86.

El pez que tuvo el menor consumo total de alimento, en 28 días con 2 porciones/día tenía un peso inicial de 101.1 g y su consumo diario máximo de alimento fue de 2.04 g. Esto fue en el día 24 del ensayo, cuando el pez tenía un peso estimado de 103.02 g, es decir que sólo consumió 1.98% de su biomasa, nivel por debajo del consumo esperado de acuerdo al nivel alimenticio recomendado por Lovell^b (1979). La ganancia de peso obtenida por el pez durante los 28 días fue solamente de 2.20 g. Este pez fue el menos eficiente en la utilización del alimento en todo el ensayo.

Uno de los factores que influyó en el consumo diario de alimento es el consumo de alimento del día anterior (Lim, 1997). En el presente ensayo se encontró que entre estas dos variables existe una correlación positiva de 0.681, altamente significativa.

El consumo promedio de alimento por la mañana fue un 18% mayor que la cantidad consumida en horas de la tarde (Figura 2) en peces alimentados 2 veces/día. Esta diferencia fue estadísticamente significativa. En los peces alimentados 4 veces/día no se encontró diferencia significativa entre el consumo de la mañana y el de la tarde. En estos peces se obtuvieron los mayores consumos durante la primera y tercera alimentación (6:30 a.m. y 01:30 p.m.), siendo 17% mayor que los obtenidos en la segunda y cuarta alimentación (10:00 a.m. y 05:00 p.m.). Estas diferencias no fueron significativas.

Los peces alimentados 1 vez/día pasaron aproximadamente 23 horas en ayunas todos los días, por lo cual se puede tomar la cantidad de alimento consumido por ellos equivalente a su capacidad máxima para ingerir alimento concentrado peletizado. Los peces

alimentados 2 y 4 veces/día consumían sólo un 74 y 55% de su capacidad máxima de consumo con la primera porción de la mañana, ya que ellos probablemente todavía tenían alimento en su sistema digestivo.

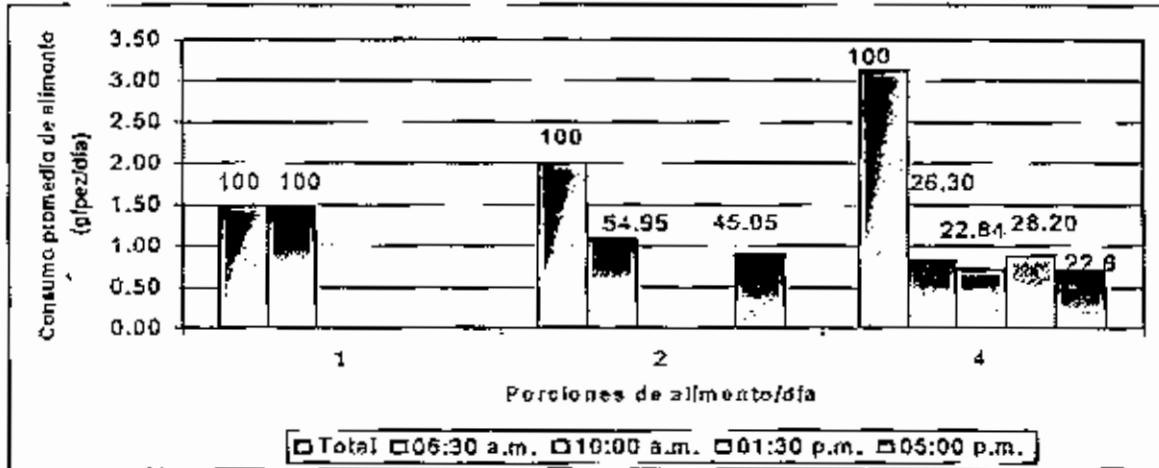


Figura 2. Consumo promedio diario y distribución porcentual del alimento en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC.

En los peces alimentados 2 veces/día, existía una relación directa ($r=0.635$; $P<0.05$) entre el consumo de alimento en horas de la mañana y el de la tarde. El día en que el pez consume poco alimento durante la mañana también consume poco alimento en la tarde. Con un gran consumo en horas de la mañana, el consumo aumenta durante la tarde. Esta correlación fue altamente significativa. El promedio de consumo en la mañana fue de 1.32 ± 0.74 g/pez, con un máximo de 3.43 g/pez, en comparación con el consumo de la tarde que fue de 1.25 ± 0.76 g/pez, con un máximo de 3.48 g/pez.

Se observa una clara tendencia a aumentar el total de alimento consumido por los peces alimentados 2 y 4 veces/día en comparación con los peces alimentados una vez al día. Estos peces consumieron 34 y 110% más alimento respectivamente, que los peces alimentados una sola vez. En el consumo total promedio (28 días) no se encontró diferencias significativas (Cuadro 3) entre los peces alimentados 1, 2 y 4 veces/día. Esto se debió probablemente a las pocas unidades experimentales empleados en el ensayo.

Al incrementar la frecuencia de la alimentación a 2 veces al día, el consumo se incrementó en 18.08 g MS/pez (55%) y en 42.27 g MS/pez (137%) al alimentarlos 4 veces/día. Asimismo el consumo total de proteína cruda se incrementó en 54 y 140% al pasar de una alimentación a 2 y 4 veces/día respectivamente. Tampoco estos incrementos fueron estadísticamente significativos en comparación con el consumo de proteína en peces alimentados una vez al día.

Cuadro 3. Consumo promedio total de alimento, materia seca y proteína cruda en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.

Frecuencia de la alimentación (Porciones/día)	Consumo promedio total (g/pez)		
	Alimento fresco	Materia seca	Proteína cruda
1	41.73 a	32.99 a	11.91 a
2	55.92 a	51.00 a	18.37 a
4	87.58 a	78.26 a	28.61 a

En las columnas valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

4.3. CRECIMIENTO DE LOS PECES

Al incrementar la frecuencia de la alimentación de una a 2 y 4 veces/día, se observó un incremento en la ganancia de peso promedio por día de 0.29 y 0.96 g/pez/día, lo que representa un incremento de 72 y 234% respectivamente. Sin embargo estos incrementos no fueron estadísticamente significativos (Cuadro 4). La materia seca en estos peces aumentó en un 38 y 110% respectivamente, mientras que la proteína se incrementó en 25 y 113%. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas debido a las pocas unidades experimentales usadas en el ensayo.

Cuadro 4. Ganancia promedio diaria de peso, materia seca y proteína cruda en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC.

Frecuencia de la alimentación (Porciones/día)	Ganancia promedio diaria (g/pez/día)		
	Peso fresco	Materia seca	Proteína cruda
1	0.41 a	0.28 a	0.16 a
2	0.71 a	0.39 a	0.20 a
4	1.38 a	0.59 a	0.34 a

En las columnas valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

No se encontró una diferencia significativa en cuanto a la ganancia promedio total de peso al incrementar la frecuencia de la alimentación (Cuadro 5). En los peces alimentados 2 veces/día la ganancia de peso total se incrementó en 8.34 g es decir 72% más que al alimentar una sola vez, mientras que los peces alimentados 4 veces/día, su ganancia de peso fue superior en 232%.

La ganancia de peso en materia seca aumentó 3.07 g MS (38%) en los peces alimentados 2 veces/día, mientras que en los peces alimentados 4 veces/día el incremento fue de 8.72 g MS/pez (110%). El incremento en la ganancia de proteína en los peces fue de 23 y 110% respectivamente para los peces alimentados 2 y 4 veces/día con respecto a los alimentados una vez al día.

Cuadro 5. Ganancia promedio total de peso, materia seca y proteína cruda en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento pelletizado con 30% PC durante 28 días.

Frecuencia de la alimentación (Porciones/día)	Ganancia promedio total (g/pez)		
	Peso fresco	Materia seca	Proteína cruda
1	11.61 a	7.93 a	4.57 a
2	19.95 a	10.98 a	5.60 a
4	38.59 a	16.65 a	9.59 a

En las columnas valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

4.4. INDICES DE EFICIENCIA

Al aumentar la frecuencia de la alimentación no se mejoró el índice de conversión alimenticia (Cuadro 6). La frecuencia de alimentación no incrementó el índice de conversión alimenticia en base seca (ICA bs) ni el índice de conversión proteica en base seca (ICP bs) en forma significativa.

Cui *et al.* (1997) alimentando peces juveniles, no encontró diferencias significativas en eficiencia de conversión de alimento, cuando se alimentaba continuamente 24 horas al día, o si sólo se alimentaba 12 horas en el día o las 12 horas de la noche, pero sí encontró diferencias en los que eran alimentados seis, cuatro o dos veces/día.

Los ICA obtenidos en este ensayo son elevados. Esto se puede deber a que el pez estuvo consumiendo más alimento del que es capaz de aprovechar. Probablemente hubo una sobrealimentación de los peces en este ensayo. Además en condiciones de cultivos en estanques hay presencia de alimento natural, que mejora la eficiencia de conversión alimenticia reduciendo el consumo de alimento artificial.

El ICA bs es mayor al ICA debido al alto contenido de humedad de los peces en comparación con el alimento pelletizado. En cambio el ICP bs es mucho más bajo debido al alto contenido de proteína de los peces.

Cuadro 6. Índices de Conversión Alimenticia (ICA) en base fresca, en base seca (ICA bs) e Índices de Conversión Proteica en base seca (ICP bs) en tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.

Frecuencia de la alimentación (Porciones/día)	Índices de Conversión		
	ICA	ICA bs	ICP bs
1	3.58 a	4.16 a	2.61 a
2	4.78 a	4.55 a	3.35 a
4	3.40 a	5.09 a	3.32 a

En las columnas valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

4.5. ANALISIS QUIMICO DE LOS PECES

La frecuencia de la alimentación no alteró el contenido de materia seca (MS) final encontrado en los peces (Cuadro 7). Este incrementó en 24% con relación a su contenido inicial de materia seca. El nivel de proteína cruda en los cuerpos de los peces se mantuvo constante durante los 28 días del ensayo.

En la composición química de los peces no se encontró diferencias significativas al aumentar la frecuencia de alimentación de una a 2 y 4 veces/día. Esta es similar a la encontrada por Tan (1971) al analizar peces entre 100 y 120 g. De igual manera no hubo diferencia significativa con la reportada por Boyd y Green (1998) para peces con tamaños similares.

Cuadro 7. Contenido de materia seca (MS) y proteína cruda en base seca (PC bs) de tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.

Composición	% MS	% PC bs
Inicial	24.27 b	61.79 a
1 porción/día	29.76 a	58.38 a
2 porciones/día	30.10 a	60.72 a
3 porciones/día	30.51 a	59.96 a
Promedio Final	30.12 a	59.69 a
Tan (1971)	22.18 b	61.18 a
Boyd y Green (1998)	26.50 b	53.51 a

En las columnas valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

El contenido de materia seca de los filetes, se incrementó en un 14% durante los 28 días del ensayo (Cuadro 8). Mientras que no se encontraron diferencias entre los filetes de los peces alimentados 1, 2 y 4 veces/día.

El nivel de proteína de los filetes se mantuvo constante durante el ensayo, de igual manera los regímenes de alimentación no alteraron el contenido de proteína de los filetes.

Como podemos observar el contenido de materia seca de los peces es en promedio 33.36% mayor que el de sus filetes, la proteína de los filetes es superior en 49.09% al contenido presente en los peces.

Cuadro 8. Contenido de materia seca (MS) y proteína cruda en base seca (PC bs) de los filetes de tilapias alimentadas 1, 2 y 4 veces al día con alimento peletizado con 30% PC durante 28 días.

Composición	% MS	% PC bs
Inicial	19.92 b	91.34 a
1 porción/día	23.10 a	90.55 a
2 porciones/día	21.84 a	89.67 a
3 porciones/día	23.35 a	87.53 a
Promedio final	22.76 a	89.25 a

En las columnas valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

4.6. ANALISIS QUIMICO DEL ALIMENTO

Como podemos observar (Cuadro 9) el alimento después de 30 minutos en agua destilada pierde un 7% de su proteína cruda, en comparación con el 8% de pérdida en el agua del ensayo; estas pérdidas de proteína cruda son estadísticamente significativas. Este efecto se reduciría aumentando la frecuencia de la alimentación.

Cuadro 9. Contenido de materia seca (MS), proteína cruda en base seca (PC bs) del alimento peletizado fresco y después de 30 minutos en agua.

Alimento	% MS	% PC
Fresco	92.00 a	35.00 a
Agua destilada	90.57 a	32.28 b
Agua del ensayo	90.45 a	32.18 b

En las columnas valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

5. CONCLUSIONES

La frecuencia de la alimentación influyó en el consumo de alimento diario por pez, el consumo de materia seca y de proteína cruda. En todos los casos al incrementar la frecuencia de la alimentación de una a cuatro porciones de alimento al día, se duplica aproximadamente el consumo de alimento por día.

El consumo de un día tenía relación con lo que el pez consumió al día siguiente, de igual manera el consumo en horas de la tarde estuvo influenciado por lo que el pez consumió en horas de la mañana.

El consumo en horas de la mañana fue superior al de la tarde en peces alimentados 2 veces al día, probablemente esto se debió a que el pez pasa parte de la noche sin consumir alimento. Los peces alimentados 4 veces/día consumieron similar cantidad de alimento en todas las porciones.

La frecuencia de la alimentación no influyó significativamente en la ganancia de peso por día de los peces, pero sí se observó una clara tendencia a incrementarse a más del doble al pasar de una a cuatro porciones diarias. Esta misma tendencia se observó en los incrementos diarios de materia seca y proteína cruda.

Los Índices de Conversión Alimenticia no se mejoraron al incrementar la frecuencia de la alimentación.

La frecuencia de la alimentación no produjo diferencias en la composición química de los peces y de sus filetes, pero sí se observó una diferencia en el contenido de materia seca a medida que los peces aumentaban de tamaño.

El alimento pierde un 8% de su proteína al ser expuesto al agua durante 30 minutos. Esta pérdida de proteína es significativa y merece ser tomada en cuenta para mejorar los sistemas de alimentación.

6. RECOMENDACIONES

Para una alimentación más eficiente se recomienda que las explotaciones acuícolas que alimentan 2 veces al día, repartan el alimento en una porción más grande en la mañana que en la tarde. Mientras que en sistemas en los que se acostumbra repartir el alimento 4 veces al día lo hagan en porciones iguales.

Repetir el ensayo con un mayor número de peces, para así poder determinar mejor el efecto de la frecuencia de la alimentación sobre el consumo y crecimiento de los peces.

Investigar más cómo se afecta el consumo de acuerdo al tamaño del animal, nivel energético y proteico de la dieta.

7. BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- BOYD, C. E.; GREEN, B. W. 1998. Dry matter, Ash, and Elemental composition of pond-cultured *Tilapia Oreochromis aureus* and *O. niloticus*. *In Journal of the World Aquaculture Society* (EE.UU.) 29 (1): 125 – 128.
- CUI, Y.; HUNG, S. S.; DONG-FANG, D.; YANG, Y. 1997. Growth performance of juvenile white surgeon as affected by feeding regimen. *In Journal of the World Aquaculture Society* (EE.UU.) 59 (1): 31 – 35.
- FITZSIMMONS, K.; DICKENSON, G.; BRAND, C. 1997. Effects of reducing dietary lipid levels on growth and body composition of Hybrid Tilapia in an intensive recirculating water system. *In Journal of the World Aquaculture Society* (EE.UU.) 59 (4): 293 -296.
- HEPHER, B.; PRUGININ, Y. 1989. *Nutrición y alimentación: Niveles de alimentación*. 1989. *In* Hepher, B.; Pruginin, Y. *Cultivo de peces comerciales*. 2ed. México, D. F., Limusa. p.10.250 – 10.255.
- KUMBARYK, J. M. 1980. Effect of diet, feeding schedule and sex on food consumption, growth and retention of protein and energy by tilapia. Ph.D. Diss. Ala., EE.UU., Auburn University.
- LIM, C. 1989. Practical feeding – Tilapias. *In* *Nutrition and feeding of fish*. Ed by Tom Lovell. 2ed. New York, Van Nostrand Reinhold. p. 8.163 - 8.183.
- LIM, C. 1995. Practical feeding of tropical aquatic species, *In* *Proceedings, International Symposium on Fish and Crustacean Nutrition* (8 – 11 November 1995, CAMPO DO JORDNAO, BRA.).
- LIM, C. 1997. Nutrition and feeding of Tilapias. *In* *Symposium on Aquaculture in Central America* (IV., 22 – 24 April 1997, TEGUCIGALPA, HOND.). Focusing on shrimp and tilapia. Ed. by D. E. Alston; B. W. Green; H. C. Clifford. Mayagüez, P.R., University of Puerto Rico. p. 2.94 – 2.107.
- LOVELL*, R. T. 1979. *Fish Culture in the United States*. Science. Copyright by the American Association for the Advancement of Science (EE.UU.) 206: 1368-1372.

- LOVELL^b, R. T. 1979. The concept of feeding fish. *In* Lovell, R. T. 1989. Nutrition and feeding of fish. 2ed. New York, Van Nostrand Reinhold. p. 1.1 - 1.6.
- LOVELL, R. T. 1989. Diet and fish husbandry. *In* Fish nutrition. Ed. by J. E. Halver. 2ed. New York, Academic Press. p. 549 - 603.
- MERIWETHER, F. H. 1986. An expensive demand feeder for cage-reared tilapia. *Prog. Fish. Cult.* 48: 226.
- MEYER, D. E. 1998. Apuntes para el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 43p.
- PARKER, N. C. 1987. Feed conversion indices: controversy or convention?. *The Progressive Fish - Culturist (EE.UU.)* 49(3): 161-166.
- ROBINSON, B. H.; WEIRICH, C. R.; LI, M. H. 1994. Feeding catfish. Bulletin 1019, WAFES, Mississippi State, Mississippi.
- TAN, Y. T. 1971. Proximate Composition of freshwater fish- Grass Carp, *Puntius gonionotus* and Tilapia. *In* Journal of the World Aquaculture Society (EE.UU.) 37 (2): 361 - 366.