

Tasa de excreción de amoníaco como indicador de metabolismo proteico en dietas para tilapia (*Oreochromis niloticus*)

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

presentado por

Paul Rodrigo Peña Romero

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1999

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.

Paul Rodrigo Peña Romero

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1999

Tasa de excreción de amoniaco como indicador de metabolismo proteico en dietas para tilapia (*Oreochromis niloticus*)

presentada por

Paul Rodrigo Peña Romero

Aprobada:

Daniel Meyer, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapie, DMV
Coordinador PIA

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor Secundario

Miguel Velez, Ph.D.
Jefe de Departamento

Gladys de Flores, M.Sc.
Asesor Secundario

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Keith Andrews, Ph.D.
Director

DEDICATORIA

A mi madre, Carmita Romero de Peña por todos sus sacrificios, amor, apoyo y comprensión que me ha brindado.

A mi padre, Demetrio Peña por ser una parte fundamental en mi desarrollo personal.

A mi hermana Paola Carolina por todo su apoyo emocional, por mantenerse siempre cerca de mí a la distancia y por ser mas que mi hermana una amiga.

A mis amigos Paul Oquist, Franco Sangoluisa, Leonidas Tavares, Nestor Nuñez, José Francisco Bustos, Fernando Rojas, Karlos Muñoz, Carlos Charris, Victor Hugo Arias, Luis Miguel Paz y Miño y Dorivar Ruiz-Diaz por su amistad y por los muchos buenos y malos momentos compartidos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado en este arduo camino.

A mis padres por darme su confianza y por la educación recibida.

A Paola Carolina por darme animos para llegar al final de esta meta.

A los ingenieros Gerardo Murillo y Hector Lagos por todas las facilidades, la buena voluntad y el tiempo brindado durante la realización de este estudio.

Al ingeniero Luis Cañas por su ayuda y paciencia.

Al Sr. Adonis Galindo por toda su ayuda brindada desinteresadamente.

A mi Colonia Orense por ser como una familia para mi.

A Vanessa por haberme brindado su amistad, confianza, apoyo y ser tan especial para mi.

A mis amigos Olinto, Estuardo, Tania, Luis Alberto, Andrea y Viviana por mantenerse siempre cerca de mi.

RESUMEN

Peña Romero, Paul R. 1999. Tasa de excreción de amoníaco como indicador del metabolismo proteico en dietas para Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras, 13p.

La industria piscícola mundial ha crecido significativamente en las dos últimas décadas. Honduras ocupa un lugar importante en Latinoamérica. El principal producto hondureño es el filete fresco de tilapia, el cual es comercializado en los mercados norteamericanos. El alimento representa del 30-60% de los costos de producción de la tilapia, y la proteína es el principal y más costoso componente de la dieta. El objetivo de este estudio fue evaluar la tasa de excreción de amoníaco como un indicador de metabolismo proteico en tilapia. En periodos de 10 días las tilapias fueron alimentadas con concentrado pulverizado conteniendo 25, 35 y 45% de PC. Estos concentrados son considerados como niveles deficiente, óptimo y excesivo para la tilapia. La ganancia de peso y el aumento en longitud aumentaron significativamente al aumentar el contenido de PC de 25% a 35%, pero no al aumentar a 45%. La tasa de excreción de amoníaco no varió significativamente entre los peces alimentados con 25% y 35% de PC en la dieta, pero sí incrementó significativamente al comparar los peces alimentados con 35% y 45% de PC. Los resultados de este ensayo indican que 35% de proteína en la dieta es un nivel óptimo para la dieta. La ganancia de peso en conjunto con la tasa de excreción de amoníaco pueden servir como indicadores de la eficiencia de utilización de proteína en procesos de crecimiento de la tilapia.

Palabras claves: Proteína, alimentación, ganancia de peso, excreción de amoníaco.

NOTA DE PRENSA

¿PUEDE SERVIR LA TASA DE EXCRECIÓN DE AMONIACO COMO INDICADOR DE LA EFICIENCIA METABOLICA EN TILAPIAS?

En un reciente estudio realizado en Zamorano se comprobó que la tasa de excreción de amoniaco sirve como un buen indicador del metabolismo de proteína en dietas para tilapia.

Para esto se utilizó animales en etapa de crecimiento con un peso y tamaño uniforme. Los peces fueron proveidos por la sección de acuicultura de Zamorano. Se probaron tres niveles de proteína en la dieta que fueron 25, 35 y 45%. El estudio se dividió en dos pruebas. La prueba de crecimiento duró 30 días. Luego se hizo una serie de pruebas para medir la excreción de amoniaco por los peces durante varias horas después de ingerir cada dieta.

Los resultados del estudio indican que el pez crece mejor y utiliza más eficientemente 35% de proteína cruda. Niveles de proteína cruda menores o mayores resultan en un crecimiento más lento y mayores gastos en la producción de esta especie.

INDICE GENERAL

	Pag...
Portada.....	i
Derechos de autor.....	ii
Aprobación.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Nota de Prensa.....	vii
Indice General.....	viii
Indice de Cuadros.....	ix
Indice de Figuras.....	x
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivo Especifico.....	3
2. MATERIALES Y METODOS.....	4
2.1 Duración y localización del estudio.....	4
2.2 Tratamientos.....	4
2.3 Animales.....	5
2.4 Agua.....	5
2.5 Los alimentos.....	6
2.6 Diseño Experimental.....	6
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	7
3.1 Crecimiento de los peces.....	7
3.2 Resultados de excreción de amoniaco.....	8
4. CONCLUSIONES.....	10
5. RECOMENDACIONES.....	11
6. BIBLIOGRAFIA.....	12

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Distribución de los tratamientos por periodo de crecimiento en las pilas.....	4
2. Diseño experimental de la prueba de excreción de amoníaco (TAN) en tilapias con diferente nivel de proteína en la dieta.....	5
3. Formulación de tres dietas experimentales isocalóricas con diferentes niveles de proteína cruda para tilapia.....	6
4. Parámetros de calidad de agua durante la prueba de crecimiento.....	8
5. Índices de conversión (ICA) y eficiencia alimenticia de los peces alimentados tres niveles de proteína en la dieta.....	8

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Comparación de la ganancia de peso individual (a) y aumento en longitud (b) de ejemplares <i>Oreochromis niloticus</i> alimentados con tres dietas con diferentes contenidos de proteína cruda durante 30 días de cultivo en pilas.....	7
2. Tasa de excreción de amoníaco (TAN) en tres periodos de 24 horas en tilapias de 70 g alimentadas con concentrado a). 25% de PC b). 35% de PC c). 45% de PC.....	9

1. INTRODUCCION

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas o semicontroladas. Es agricultura en el agua (Stickney, 1979). La industria acuícola ha crecido significativamente en las dos últimas décadas y generó 26 billones de dólares de ventas en el año de 1990. Durante este período ha pasado de ser un arte a una ciencia (De Silva & Anderson, 1995). Se pronostica que la demanda global de peces para el consumo humano se incrementará en más de un 50% en los próximos 15 años. Esta demanda no podrá ser cubierta solamente con las capturas marinas, pues estas están siendo explotadas al máximo (Sverdrup-Jensen, 1997). Por esto se da importancia a la expansión futura de la acuicultura.

La producción acuícola mundial es mayormente de peces. Las especies de mayor importancia son los ciprínidos (familia de las carpas) y las tilapias (FAO, 1998; citados por New, 1999). Dentro del cultivo de tilapia, Honduras ocupa un lugar importante en Latinoamérica. El principal producto hondureño es el filete fresco, el cual se comercializa en los mercados de norteamérica (Popma & Lovshin, 1996).

La tilapia es un pez originario de Africa. El pez pertenece a la Clase Osteichthyes, Subclase Actinopterygii, Orden Perciformes, Familia Cichlidae . Existen tres géneros que son importantes comercialmente y han sido clasificados por su conducta en incubar los huevos fecundados. *Tilapia spp.* son incubadores en substrato. *Oreochromis spp.* son incubadores en la boca de la madre y *Sarotherodon spp.* son de incubación materna y paterna. El género de mayor importancia comercial es el *Oreochromis* y la especie más importante es la *O. niloticus*, o tilapia gris (Popma & Lovshin, 1996).

Una de las grandes ventajas de cultivar tilapias es la facilidad de alimentarlas. Son peces omnívoros y comen algas, pequeños invertebrados y detritos (Fitzsimmons, 1997). Las tilapias toleran un rango amplio de salinidad, pH, alta temperatura del agua, baja concentración de oxígeno disuelto y altas concentraciones de amoníaco (Popma & Lovshin, 1996). Las tilapias son aptas para ser cultivadas en sistemas extensivos e intensivos.

En sistemas intensivos los peces son alimentados con dietas preparadas con altos niveles de proteína (Fitzsimmons, 1997). Los requerimientos de proteína de las especies acuáticas son mayores que las de tierra firme. Esto se debe a que las primeras han evolucionado en medios ricos en alimentos altamente proteicos y utilizan preferencialmente aminoácidos para la producción de energía (Jauncey y Ross, 1982) .

El alimento representa entre el 30 al 60% de los costos en la producción acuícola moderna (De Silva & Anderson, 1995) y la proteína es el principal y más costoso componente de la dieta (Lim, 1997; citado por Hanley et al., 1997), por lo que la utilización de un nivel de proteína adecuado en la dieta resulta en producciones más rentables.

En especies no acuícolas se han desarrollado técnicas para medir los niveles de urea y aminoácidos libres en la sangre como indicadores del metabolismo y eficiencia de utilización de proteína en la dieta, y como evaluadores de la calidad de la proteína (Cai, 1996; Brown y Cline, 1974). En la acuicultura, tradicionalmente se ha determinado el nivel óptimo de proteína en dietas mediante estudios de crecimiento.

En truchas la tasa de excreción de amoníaco sirve como indicador del nivel óptimo de proteína en la dieta, especialmente si este parámetro es relacionado con datos de la tasa de crecimiento de los peces (Cai, 1996). En los animales las proteínas son digeridas y catabolizadas para convertirse en aminoácidos. Los aminoácidos asimilados entran en otros procesos metabólicos en los cuales se producen nuevas proteínas o se efectúa su degradación para producir energía (Ouellette, 1973). El “pool” de aminoácidos libres en el cuerpo de un animal es pequeño y proviene de dos fuentes. Ellas son la dieta y el catabolismo de proteínas del cuerpo (Cowey & Walton, 1989).

Los requerimientos primarios de aminoácidos son para la síntesis de proteína y luego para la producción de energía. Los aminoácidos son una fuente de energía importante en el metabolismo de peces (Cowey & Walton, 1989).

La relación entre energía y proteína en la dieta es un factor muy importante, pues es la energía la que regula el consumo de alimento y así la cantidad de nutrientes ingeridos (Flores, 1999). Si hay un exceso de proteína en relación a la energía, los aminoácidos pueden ser usados como una fuente costosa de energía. La energía requerida para deaminación de aminoácidos puede disminuir la tasa de crecimiento de los peces (Hanley et al., 1997).

La necesidad de desarrollar dietas “de baja contaminación” implica reconsiderar el nivel óptimo de proteína para las especies acuícolas (Baillet et al., 1997). La industria acuícola es atacada por ambientalistas por contaminar las aguas locales. El contaminante más importante es el nitrógeno proveniente de los alimentos concentrados usados en engordar peces y camarones (Li y Lovell, 1992).

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente estudio fue evaluar la tasa de excreción de amoníaco como un indicador del metabolismo proteico en tilapia.

1.2. OBJETIVO ESPECIFICO

Comparar la ganancia de peso de tilapias alimentadas con un nivel deficiente, óptimo y excesivo de proteína en la dieta.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. DURACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio fue llevado a cabo en la sección de acuicultura de Zamorano. Zamorano se encuentra ubicado a 32 km de Tegucigalpa en el Valle del Yeguaré, a 800 msnm con una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación anual de 1100 mm. El ensayo duró 40 días, desde el 23 de agosto hasta el 3 de octubre de 1999.

2.2. TRATAMIENTOS

El experimento fue dividido en una prueba de crecimiento y una de excreción de amoníaco. La prueba de crecimiento se realizó en tres pilas de concreto de 7000 L cada una. En cada pila se sembraron 50 peces que fueron alimentados con dietas de diferentes niveles de proteína cruda, los que cambiaron cada diez días según la distribución que se muestra en el Cuadro 1. Al final de cada periodo se mezclaron los peces y se formaron al azar los nuevos grupos.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos por periodo de crecimiento en las pilas.

Periodos de crecimiento (días)	Pilas		
	1	2	3
1-10	25	35	45
11-20	45	25	35
21-30	35	45	25

Para la prueba de excreción de amoníaco se embolsaron individualmente siete peces por pila, dándoles a cada uno un gramo de alimento. Hubo además un control por tratamiento, constituido por la bolsa con un gramo de concentrado sin pez (Cuadro3).

La excreción de amoníaco fue medida en pruebas de 6 horas de duración después de 10 y 20 días de crecimiento en las pilas. A los 30 días de crecimiento, se evaluó la excreción de amoníaco durante periodos de 6, 12 y 24 horas en las bolsas.

Cuadro 2. Diseño experimental de la prueba de excreción de NH₃ (TAN) en tilapias con diferente nivel de proteína en la dieta.

Repetición	Agua (L)	Periodos de exposición al tratamiento (*h)		#muestras/nivel de PC
1	3		6	7
2	4		6	7
3	8	6	12	5

2.3. ANIMALES

Ciento cincuenta tilapias grises del género masculino en etapa de crecimiento con una longitud y peso similares, del área de producción fueron llevadas al área de reproducción y alevinaje de la sección de acuicultura. Los peces fueron acostumbrados a las pilas por cinco días antes de comenzar el ensayo.

La ganancia de peso, aumento longitudinal y los índices de conversión alimenticia fueron calculados con las mediciones tomadas de 15 peces de cada pila al comienzo y al final de cada repetición

2.4. AGUA

Se utilizó agua potable para las pilas utilizadas en las pruebas de crecimiento y para las bolsas en las pruebas de excreción de amoníaco. El agua potable fue aireada por un mínimo de tres días para eliminar su contenido de cloro. Se monitorearon los parámetros de oxígeno disuelto, temperatura, pH y nitrógeno amoniacal total (TAN) antes de sembrar los peces en cada una de las tres pilas de concreto.

El oxígeno disuelto y la temperatura del agua se midieron diariamente utilizando un oxígeno metro marca YSI modelo 57. El pH fue medido a la siembra y la cosecha de las pilas empleando un potenciómetro de marca Hach.

Las determinaciones de TAN se hicieron por el método Nessler con un espectrofotómetro marca Hach, Modelo DR/2000. La excreción de amoníaco fue medida por diferencia entre la concentración final e inicial en el agua y tomando en cuenta el volumen de agua en cada bolsa.

Las pilas usadas en las pruebas de crecimiento se mantuvieron tapadas con una lámina de plástico negro con el fin de evitar la proliferación excesiva de algas en el agua. No se realizaron recambios de agua en las pilas durante los diez días de cada periodo de crecimiento. Cada pila contaba con una difusora de aire para mantener niveles adecuados de oxígeno disuelto.

En las pruebas de excreción de amoníaco se utilizaron bolsas plásticas de 15 L de capacidad. Las que fueron llenadas con 3, 4 y 8 L de agua en la primera, segunda y tercera repetición, respectivamente. Esto debido al aumento en el tamaño de los peces de

una repetición a otra. Se tomaron mediciones iniciales y finales de pH, TAN, oxígeno disuelto y temperatura del agua en cada bolsa.

2.5. LOS ALIMENTOS

Se utilizaron tres dietas elaboradas en la planta de concentrados de Zamorano, formuladas para contener 25, 35 y 45% de proteína cruda (Cuadro 1). Estos porcentajes de proteína fueron escogidos según las recomendaciones de la National Research Council (NRC, 1983) para un contenido de proteína deficiente, uno óptimo y uno excesivo para tilapias en crecimiento. Estas dietas estaban pulverizadas y fueron balanceadas en cuanto a micronutrientes y contenido de energía según las tablas de la NRC.

Se ofreció el equivalente al 2% de la biomasa de los peces en cada pila y en cada repetición, una vez por día en comederos. Para las pruebas de excreción de amoníaco se alimentó a los peces en las bolsas con 1 g de concentrado por pez, en cada una de las repeticiones en el tiempo.

Cuadro 3. Formulación de tres dietas experimentales isocalóricas con diferentes niveles de proteína cruda para tilapia.

Ingredientes (%)	Proteína cruda en la dieta (%)		
	25	35	45
Maíz Molido	2.45	8.83	2.80
Aceite de palma	1.00	-	-
Semolina de arroz	40.00	28.80	15.00
Harina de cabeza de camarón	15.00	20.00	20.00
Harina de pescado	12.00	20.00	34.00
Harina de soya	25.00	21.00	28.00
Carbonato de Ca	2.50	0.50	-
Biofos	0.55	0.15	-
Lisina	0.95	0.41	-
Metionina	0.35	0.11	-
Vitaminas	0.20	0.20	0.20
Energía Metabolizable estimada (Mcal/kg)	2.7	2.7	2.7

2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se uso un diseño experimental en Cuadrado Latino para las variables de crecimiento y excreción de amoníaco expresado en TAN (pilas o bolsas x dietas x repeticiones). Los datos fueron analizados mediante un ANDEVA y una prueba de Tukey (Steel & Torrie, 1997). Se aceptó un nivel de significancia de $P < 0.10$.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. CRECIMIENTO DE LOS PECES

La ganancia de peso de los peces alimentados con 35% de proteína cruda fue mayor ($P < 0.1$) que la de los alimentados con 25%. En cambio no hubo diferencia significativa en ganancia de peso entre los peces alimentados con 35 y 45% de PC.

El crecimiento longitudinal siguió la misma tendencia que la ganancia de peso, ya que hubo una diferencia en el aumento en longitud entre los peces que consumieron las dietas con 25 y 35% y no la hubo entre los que consumieron las dietas con 35 y 45% de proteína cruda.

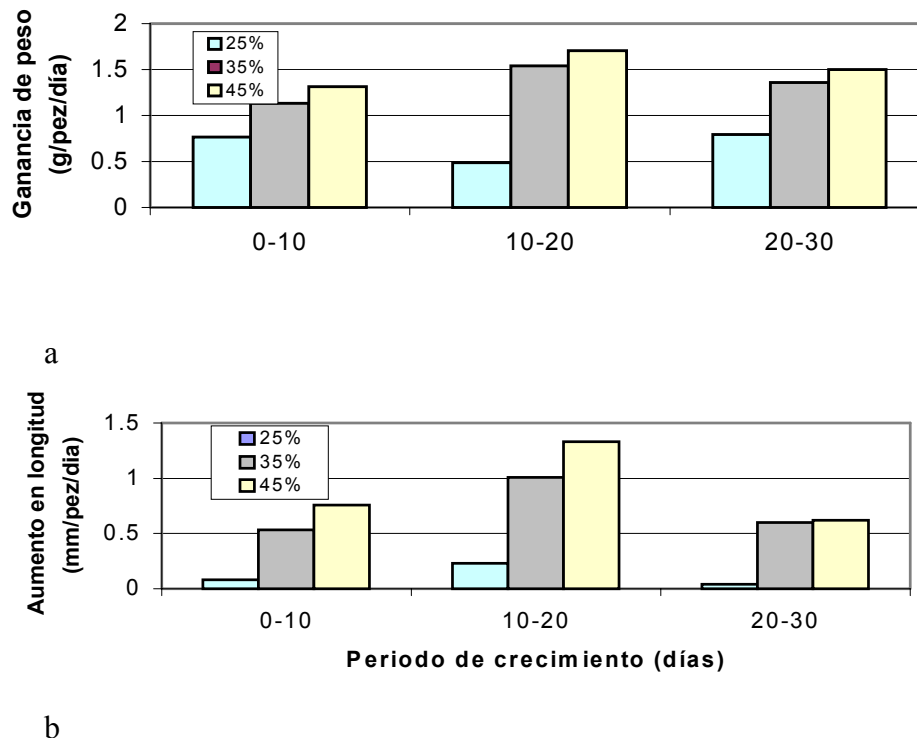


Figura 1. a. Comparación de la ganancia de peso individual (a) y aumento en longitud (b) de ejemplares *Oreochromis niloticus* alimentados con tres dietas con diferentes contenidos de proteína cruda durante 30 días de cultivo en pilas.

La falta de diferencia en la ganancia de peso y en el aumento en tamaño entre los peces alimentados con la dieta de 35 y 45% indica que los peces con un nivel de 35% de proteína cruda en la dieta, llenaron sus requerimientos de proteína para mantenimiento y crecimiento y que el exceso de proteína suministrado con la dieta de 45% fue catabolizado y excretado en forma de amoníaco, como se verá en los resultados de la prueba de excreción de amoníaco.

La calidad del agua fue buena (Cuadro 4) y todos los parámetros están dentro de los rangos recomendados para el cultivo de la tilapia (Meyer, 1998).

Cuadro 4. Parámetros de calidad del agua durante la prueba de crecimiento.

Parámetro	Máximo	Mínimo	Promedio	Optimo
Temperatura (°C)	27.4	26.2	25.9	25-32
Oxígeno disuelto (ppm)	6.38	3.13	5.58	> 3
PH	8.5	6.5	7.8	5-11
TAN (ppm)	2.00	0.22	0.68	< 1.50

Cuadro 5. Índices de conversión alimenticia (ICA) y eficiencia alimenticia de los peces alimentados con tres niveles de proteína en la dieta.

	25%	35%	45%
ICA	1.33	0.75	0.67
Eficiencia Alimenticia (%)	71	137	154

Los índices de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia para cada una de las dietas fueron buenos, inclusive para los peces alimentados con la dieta de más bajo nivel proteico (Cuadro 5).

Lo que pudo haber contribuido a que estos índices sean tan buenos es la presencia de fitoplancton en las pilas, el que se desarrollo a pesar de que las pilas fueron tapadas con plástico negro.

3.2. RESULTADOS DE EXCRECION DE AMONIACO

La mayor excreción de amoníaco fue observada en los peces que consumieron la dieta con 45% de proteína cruda. Esta fue 34.7% mayor ($P < 0.05$) que la de los peces alimentados con 35% de proteína cruda. Entre los peces que se alimentaron con 25% y 35% de proteína cruda la diferencia en la cantidad total de amoníaco excretado fue de 9.3% y no significativa.

Cai (1996) reportó resultados similares con la trucha arco iris. Los resultados indican que en dietas con más de 35% de PC, su contenido supera la capacidad de asimilación de la tilapia y es usado como fuente de energía.

Resultados similares se han encontrado en bagre de canal (*Ictalurus punctatus*; Li y Lovell, 1992) y en carpa común (*Cyprinus carpio*; Kaushik, 1980). En cambio en trucha arco iris Cai (1996) encontró que el aumento no tiene un comportamiento lineal.

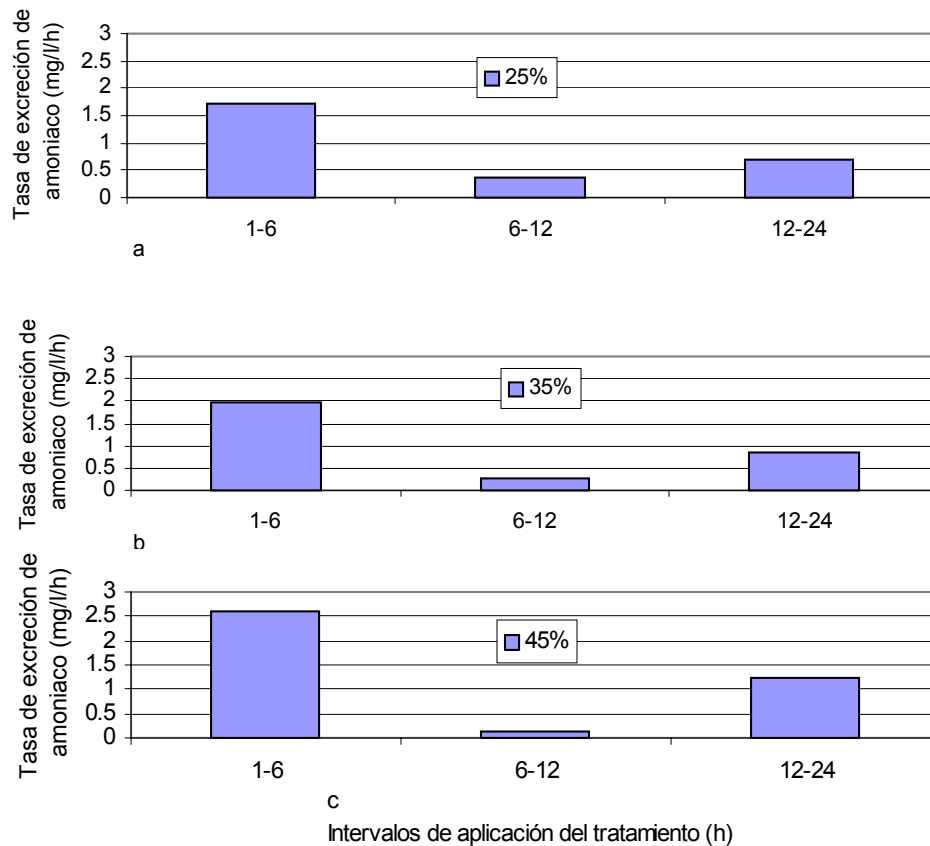


Figura 2. Tasa de excreción de amoniaco (TAN) en tres periodos de 24 horas en tilapias de 70 g alimentadas con concentrado a). 25% de PC b). 35% de PC c). 45% de PC.

4. CONCLUSIONES

La tasa de excreción de amoniaco es un buen indicador del metabolismo de la proteína de la dieta para tilapias.

El nivel de 35% de proteína cruda dio resultados óptimos de crecimiento.

Con un nivel de 25% de PC los índices de conversión y eficiencia alimenticia son aceptables.

Hay un incremento importante en el crecimiento al aumentar el nivel de PC de 25 a 35%, pero no en la excreción de amoniaco.

No hay un incremento en el crecimiento al aumentar el nivel de PC a 45%, pero si lo hay en la excreción de amoniaco.

5. RECOMENDACIONES

Realizar más estudios sobre este tema variando los niveles de proteína entre 25 y 35%, el tamaño de los peces y los intervalos de tiempo.

Emplear la excreción de amoníaco como indicador de la eficiencia de utilización de diferentes fuentes de proteína en dietas para tilapia.

Comparar esta técnica de corta duración con otras técnicas de evaluación del metabolismo de proteínas, como lo son los estudios de crecimiento.

6. BIBLIOGRAFIA

BAILLET C., CUZON G., COUSIN M., KERLEGUER C. 1997. Effect of dietary protein levels on growth of *Penaeus stylirostris* juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 3; 49-53.

BROWN, J.A., and T.R. CLINE. 1974. Urea excretion in the pig: an indicator of protein quality and amino acid requirements. *Journal of Nutrition* 104:542-545.

CAI, Y. 1996. Ammonia excretion rates indicates dietary protein adequacy for fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, 58: 124-127.

COWEY, C. and WALTON, M. 1989. *Fish Nutrition*. Ed. by John Halver. 2nd ed. School of Fisheries University of Washington. Seattle, Washington. Academic Press. 798p.

De SILVA, S.S. and ANDERSON, T.A. 1995. *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman & Hall. London. 319p.

FITZSIMMONS, K. 1997. *Tilapia Nutrition, Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Vol. 1. Ed. by Kevin Fitzsimmons. Northeast Regional Agricultural Engineering Service Cooperative Extension. New York. 433.

FLORES, A. 1999. *Notas de clase de Nutrición Animal*. Zamorano, Honduras.

HANLEY F., MORRIS D., CARBERRY J., ANDERSON R., ALEXANDER L. 1997. Growth performance and economics of feeding red hybrid tilapia diets containing varying levels of protein. *Northeast Regional Agricultural Engineering Service Cooperative Extension*, 106:1.

JAUNCEY, K. and ROSS, B. 1982. *A guide to tilapia feeds and feeding*. University of Stirling Press. Stirling, Scotland. 111p.

KAUSHIK, S.J. 1980. Influence of nutritional status on the daily patterns of nitrogen excretion in the carp (*Cyprinus carpio*) and the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Reproduction and Nutrition Development* 20:1751-1765.

LI, M. and LOVELL, R.T. 1992. Effect of dietary protein concentration on nitrogenous waste in intensively fed Catfish ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, Vol. 23, No. 2.

- MEYER, D. 1998. Introducción a la acuicultura. Zamorano. Honduras. s.p.
- NEW, M.B. 1999. Global Aquaculture: Current trends and challenges for the 21st century. World Aquaculture. s.p.
- NRC (National Research Council). 1983. Nutrient requirements of fish. National Academic Press. Washington. 102p.
- OUELLETTE, R.J. 1973. Introducción a la química orgánica. Trad. por Dra. Eva Estrada Meza. Harla. México. 429p.
- POPMA, T.J. and LOVSHIN, L.L. 1996. Worldwide prospect for commercial production of tilapia. Research and Development Series No. 1, International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Department of Fisheries and Allied Aquaculture. Auburn University. Alabama.
- STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H. 1997. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 3th edition. McGraw-Hill. New York. 666p.
- STICKNEY, R.R. 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. John Wiley & Sons. Texas. 375p.
- SVERDRUP-JENSEN, S. 1997. Fish demand and supply projections. NAGA (supplement) 20(3/4):77-80.