

Producción de alimento húmedo a partir de ensilados de pescado para la alimentación de Tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)

José E. Llanes Iglesias, José Toledo Pérez, José M. Lazo de la Vega

Centro de Preparación Acuicola Mampostón
Carretera Central Km. 41, Morales, San José de las Lajas, 32700 Habana. (Cuba)
e-mail: mcoto@telemar.cu

Resumen

Con el objetivo de evaluar una tecnología de alimento húmedo a base de ensilado de pescado, como sustituto de la harina de pescado en la alimentación de peces, fueron formuladas dos dietas húmedas con 25% de proteína bruta, las que fueron comparadas con un control (Alimento Comercial de Tilapia, 30% proteína). Estas fueron empleadas en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) de $3,50 \pm 0,5$ g en tanques triplicados durante 60 días al 8% del peso corporal por día en dos raciones. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en el crecimiento a favor del control, dado por las diferencias de materia seca y proteína bruta entre las dietas con ensilado de pescado y el control, sin embargo, los indicadores de utilización de alimento y supervivencia no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$). Se concluye que el ensilado de pescado es una alternativa para la harina de pescado y cuando de adicione alimento húmedo es necesario cuantificar el consumo de materia seca que aporte los requerimientos nutricionales de la especie para no afectar el crecimiento.

Palabras clave: tilapia, alimento húmedo, ensilado de pescado

Summary

With the objective of evaluate one technology of humid food at base of fish ensilage as substitute in fish food were formulated two humid diets utilize 25% those which were compared with the control (Tilapias' Commercial food, 30% protein). These were employed in the alimentation of Red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) in three ponds rejoin during 60 days at 8% bodily weight per day in two rations. The results showed which exist significant difference ($p < 0,05$) in the growthing in favour of the control, without the indicators of utilize food an survival don't presented significant difference ($p < 0,05$). It's concluded which the fish ensilage is one alternative for the meal fish and when addition humid food is necessary quantify dry material consume that contribution the nutricionals.

Key words: tilapia, humid food, fish ensilage

Introducción

Uno de los principales problemas que ha confrontado la acuicultura cubana es el incremento de los costos y los pocos ingredientes proteicos suplentes de la harina de pescado (HP), importante materia prima en alimentos para peces. Las cifras aportadas por la FAO/GlobeFish primer plano (2002), muestran que la producción de HP en los últimos cinco años (1998-2002), ha ido disminuyendo de 3 342 a 2 771 millones de tm y los precios superan los 600,00 US\$/tm.

Una alternativa puede ser el empleo de los desechos de las industrias pesqueras, mediante el ensilaje (preservación de la materia orgánica) pudiéndose sustituir ingredientes, como la harina y aceite de pescado. La literatura reporta varios estudios con ensilados de pescado (EP) secado como única fuente proteica o junto a otras

harinas vegetales o animales para producir productos con composición y perfil de aminoácidos similares a la HP. Estos EP han sido utilizados a diferentes niveles de inclusión en dietas secas para diversas especies de peces siendo factible en relación a las tasas de crecimiento y el costo de producción (Lapie y Bigueras-Benítez, 1992; Fagbenro, 1994; Fagbenro y cols., 1994; Fagbenro y Jauncey, 1995; Vidotti y cols., 2002). Sin embargo, su empleo en forma húmeda sólo ha sido referido en el pez gato africano, *Clarias gariepinus* (Fagbenro y Jauncey, 1994) y en trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* (Negret, 2002). En tal sentido el objetivo de este trabajo es evaluar una tecnología de alimento húmedo a base de EP como sustituto de la harina de pescado en la alimentación de tilapia roja.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Laboratorio de Nutrición del Centro de Preparación Acuícola Mampostón (CPAM) durante 60 días. Se utilizaron alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) de $3,50 \pm 0,5$ g, las cuales estuvieron 7 días de aclimatación en los tanques experimentales antes del comienzo del bioensayo y posteriormente fueron distribuidos al azar en 9 tanques circulares de fibra de vidrio de 180 l de agua, colocando 25 peces por recipiente, correspondiendo 3 a cada tratamiento en estudio. Todos los días el flujo de agua se estandarizaba a 0,5 l/min y se tomaban los valores de temperatura y concentración de dióxigeno disuelto con un Oxímetro Oxyguard MK III y cada 15 días el pH (pHmetro digital Hanna) y los indicadores nitrato, nitrito y amoníaco por medio de un equipo potenciométrico Hidrocheck.

Preparación de los ensilados de pescado (EP) y las dietas experimentales

Se utilizaron desechos frescos del fileteado de tilapias (DP), los cuales se molinaron en un molino de carne JAVAR 32 a un tamaño de 4,5 mm. Para el ensilado biológico (EBL) se adicionó a los DP un 15% de melaza de caña grado C (peso/peso) y 3% de yogur comercial (*Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*) como cultivo de bacterias ácido lácticas. La preparación del ensilado bioquímico (EBQ) se llevó a cabo según Negret (2002): 69 Kg de DP por 11 Kg de PROTEOLITICOR. Cada EP fue almacenado a temperatura ambiente en tanques plásticos de 20 l con tapa, durante 7 días (Fagbenro y Jauncey, 1993).

Las harinas vegetales del núcleo harinoso vegetal (NHV) y las dietas experimentales se muestran en la Tabla 1. Para la confección del NHV, las harinas fueron molinadas a un tamaño de partícula de 250 μ m y mezcladas durante 10 min en una mezcladora HOBART M-600. Una vez confeccionado el NHV, se formularon dos dietas: una con EBQ (D2) y otra con EBL (D3), las que fueron comparadas con la control (D1), Alimento Comercial de Tilapias (20% harina de pescado). Para la preparación de las dietas, el NHV y los EP se mezclaron durante 10 min en la HOBART M-600, peletizándose en el molino de carne JAVAR 32 con el disco de 3,0 mm de diámetro. Posteriormente fueron almacenadas en congelación (-100°C) y suministradas en forma húmeda. Todas fueron adicionadas al 8% del peso corporal/día en dos raciones. Antes de cada alimentación se sifoneaban los recipientes. Cada 15 días los peces eran pesados para el ajuste de la ración y el análisis de los indicadores nutricionales.

Los ingredientes empleados en la formulación de las dietas fueron analizados mediante el método descrito por la A.O.A.C (1990) y la energía digestible se calculó utilizando los factores de conversión: 4,25, 3,80, 2,60 y 8,0 Kcal/g, para proteínas de origen animal, vegetal, carbohidratos y lípidos, respectivamente.

Tabla 1. Composición porcentual y química de las dietas experimentales.

Ingredientes	NHV	D1	D2	D3
Ensilado bioquímico de pescado	-	-	40	-
Ensilado biológico de pescado	-	-	-	40
Harina de pescado	-	20	-	-
Harina de soya	60	20	-	-
Harina de trigo	10	20	-	-
Salvado de trigo	25	30	-	-
Aceite vegetal	3	3	-	-
Premezcla vitaminas-minerales	2	1	-	-
Fosfato dicálcico	-	2	-	-
Dextrana	-	4	-	-
Núcleo harinoso vegetal (NHV)	-	-	60	60
Humedad	10,32	16,46	31,09	30,08
Proteína bruta	32,61	30,28	25,85	25,36
Energía digestible (Kcal/Kg)	-	2610	2154	2155
Tasa proteína/ energía digestible (mg/Kcal)	-	116,07	119,87	117,67

Los indicadores nutricionales evaluados fueron:

- Pesos finales (Pf)
- Incremento de peso diario (IPD) = $(Pf - Pi) / t$
- Tasa de crecimiento específica (TCE) = $10^2 \times (\ln Pf - \ln Pi) / t$
- Tasa de eficiencia proteica (TEP) = Ganancia en peso/Proteína suministrada
- Utilidad Proteica Neta (UPN) = (Ganancia proteica/Proteína suministrada) x 100
- Factor de Conversión (FCA) = Alimento añadido/Ganancia peso
- Supervivencia (S) = $(N^\circ \text{ Animales finales} / N^\circ \text{ Animales iniciales}) \times 100$

A los parámetros evaluados se les realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de clasificación simple y cuando se encontraron diferencias significativas, con un riesgo menor al 5% se aplicó la Prueba de Duncan (New Duncan´s Multiple Range Test) para clasificar los tratamientos (Duncan, 1951).

Resultados y discusión

Los resultados de los indicadores nutricionales a los 60 días de experimentación se muestran en la Tabla 2. Los datos contenidos en ellos son los valores promedios de las tres réplicas empleadas para cada tratamiento. El ANOVA indicó diferencias significativas ($p < 0,05$) en el crecimiento (Pf, IPD y TCE) a favor de los peces alimentados con la D1 (control), comparados con las D2 y D3, no así con los indicadores de utilización de alimento (TEP y FCA) que a excepción de la UPN no fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos.

La composición química (Tabla 1) de las dietas con EP arrojó que son isoproteicas e isocalóricas, no así la control que presenta contenidos de materia seca (MS) y proteína bruta (PB) superiores a las referidas dietas. En tal sentido, Vázquez y cols. (1999), demostraron que la tasa de crecimiento tiene una correlación positiva con los niveles de proteína, la tasa proteína/energía y el consumo de alimento, por tanto, si tenemos en cuenta que existe la misma relación proteína bruta/energía digestible (116-119 mg/Kcal) entre la control y las experimentales (EP), pero hay diferencias en el consumo de

alimento propiciado por la tasa de alimentación (restringida) al utilizar el mismo porcentaje de adición de alimento/peso corporal/día (8%) sin tener en cuenta las diferencias de MS y PB entre las dietas, se puede considerar que las diferencias en el crecimiento fueron motivadas por las razones anteriormente expuestas, las cuales hubieran podido ser compensadas si la adición del alimento se hubiera realizado en función del alimento ingerido (g de proteína/kg de peso vivo) o hubiera sido *ad libitum*.

Tabla 2. Resultados de los indicadores nutricionales evaluados a los 60 días de experimentación.

Indicadores nutricionales	D1 (Control)	D2 (EBQ)	D3 (EBL)
Peso final (g)	17.15 ± 3.90 ^a	14.53 ± 3.35 ^b	14.09 ± 2.97 ^b
IPD (g/día)	0.22 ± 0.006 ^a	0.18 ± 0.01 ^b	0.17 ± 0.01 ^b
TCE (%/día)	2.65 ± 0.01 ^a	2.36 ± 0.08 ^b	2.31 ± 0.04 ^b
TEP	1.02 ± 0.05 ^a	1.05 ± 0.03 ^a	1.07 ± 0.08 ^a
UPN (%)	19.35 ± 1.50 ^a	17.15 ± 0.32 ^b	17.28 ± 0.79 ^b
FCA	3.26 ± 0.16 ^a	3.64 ± 0.07 ^a	3.66 ± 0.29 ^a
Supervivencia (%)	93.33 ± 2.30 ^a	94.66 ± 2.30 ^a	93.33 ± 6.11 ^a

Los valores con letras diferentes difieren estadísticamente para $p < 0.05$ según prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Según afirman Webster y Lim (2002), muchos autores han coincidido en que existen varios factores que afectan el crecimiento de los peces como son los requerimientos proteicos, la tasa de alimentación y la temperatura del agua, entre otros. En tal sentido, Toledo y Llanes (2002) plantean que cuando de requerimientos proteicos se trata, es necesario considerar la calidad de las proteínas, el contenido de energía y la digestibilidad de los ingredientes, lo que al incluir EP en las raciones para tilapias se garantiza que puedan contar con una cantidad importante de proteína de alto valor biológico, que se traduce en una adecuada disponibilidad de aminoácidos esenciales, ácidos grasos y alta digestibilidad de la proteína (Fagbenro y Jauncey, 1993; Vidotti, 2001 y Vidotti y cols., 2002).

Los Factores de Conversión Alimentaria (FCA) presentaron un comportamiento diferente al crecimiento, donde se puede observar que los alevines que recibieron HP (D1) presentaron estadísticamente igual valor que los que consumieron EP (D2 y D3). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Fagbenro (1994) y Fagbenro y cols., (1994) en *Oreochromis niloticus*, que no encuentran diferencias significativas en la conversión de las tilapias que reciben dieta con EP comparada a una ración comercial.

Los valores de FCA de las dietas con EP (3,64:1 y 3,66:1) pueden ser considerados desfavorables a los reportados para *Oreochromis niloticus* de 1,77:1 (Fagbenro, 1994) y 1,60:1 (Fagbenro y cols., 1994) lo cual está dado por el contenido de humedad de las dietas experimentales empleadas en este estudio (30%), aunque son también desfavorables a los obtenidos por Fagbenro y Jauncey (1994) en *Clarias gariepinus* (2,44:1 a 2,55:1) alimentados con dietas húmedas a base de EBL. Esto puede estar influenciado por las temperaturas registradas durante la etapa experimental, que no se encontraron en un rango óptimo para el máximo crecimiento de la especie, según Kubitza (1999).

Sin embargo, Padilla y cols. (2000) reportan de satisfactorias, conversiones de 3,12:1 a 3,69:1 utilizando raciones secas de 24% de proteína con EBL para *Colossoma macropomum*, similares a las obtenidas en este trabajo. Ogunji y Wirth (2001), utilizando harina de sangre, en sustitución de la HP en dietas secas de 37% de PB para tilapia, obtiene un FCA de 4,43:1, superior a los obtenidos en este estudio.

Los datos de la TEP no muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los peces que consumieron HP y EP, a pesar de las mayores concentraciones de PB que recibieron los de HP, lo que evidencia el alto aprovechamiento de las proteínas del EP, básicamente para aumento de biomasa, sin embargo los datos de retención de proteínas (UPN) indicaron lo contrario, es decir, baja deposición de proteínas en el músculo de los peces que se alimentaron con EP (alrededor de 25% de PB) en contraste con el control (30% PB).

Varias razones son atribuidas a la buena utilización y eficiencia de las proteínas predigeridas en los EP como son: la formación de aminoácidos de configuración L (levógiros), los que son absorbidos fácilmente (Bertullo, 1992), a la alta calidad y digestibilidad de la proteína (Fagbenro y Jauncey, 1993; Vidotti y cols., 2002) y a la formación de algunas sustancias estimulantes del crecimiento a lo largo del proceso licuación-fermentación. Los valores de TEP (1,05 y 1,07) fueron similares a los reportados por Fagbenro y Jauncey (1994; 1995) para *Clarias gariepinus* (1,06 a 1,09) y superiores a los citados en anguilas de 0,34 (Goncalves y cols., 1989).

Las diferencias halladas en los valores de UPN dadas en primera instancia por las diferencias de MS y PB entre las dietas experimentales. Además, la harina de soya (principal fuente proteica del NHV) tiene un buen perfil de aminoácidos esenciales y su proteína es altamente digestible para la tilapia (Viola y cols., 1988), pero su contenido de proteína y energía digestibles es menor que la de la HP. Hardy (1989), en apuntes de Fagbenro (1994), encontró que la tasa de crecimiento fue reducida en truchas *Oncorhynchus mykiss* alimentadas con dietas secas a base de EP, el cual fue mezclado con harina de soya y pluma como relleno, comparada con truchas alimentadas con dietas que contenían HP y pescado licuado. Ellos atribuyeron esto a la menor proteína y energía digestibles del relleno. En este estudio el aporte mayor de proteínas de las dietas D2 y D3 es de origen vegetal, pues el EP al incluirse en base humedad sólo proporciona alrededor de un 20% del contenido total de PB, correspondiendo el 80% al NHV, mientras que en la dieta control la inclusión de HP aporta el 45% de la PB total de la dieta.

La temperatura promedio del agua durante el cultivo fue de 23,5°C y la concentración de dióxígeno disuelto varió de 5 a 7 mg/l, el pH de 7,03 a 7,86. El nitrito registró valores de 0, el nitrato de 0,3 a 0,6 ppm y el amoníaco de 0,02 a 0,04 ppm. Los resultados de concentración de oxígeno disuelto y pH son similares a los reportados por Kubitzka (1999) para un buen desarrollo de la especie, sin embargo los valores de temperatura son inferiores a los reportados por estos autores para un máximo crecimiento (28-30°C). Los parámetros contaminantes (nitrito y amoníaco) estuvieron en un rango óptimo para el cultivo de esta especie.

Según los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que los EP mostraron ser una valiosa fuente de proteína de origen animal, que puede utilizarse como alternativa de la harina de pescado sin afectar los términos de tasa de eficiencia proteica, conversión alimentaría y supervivencia, lo que hace necesario que al adicionar alimento húmedo se tenga en cuenta cuantificar el consumo de materia seca que aporte los requerimientos nutricionales de la especie para no afectar el crecimiento.

Bibliografía

1. A.O.A.O. (1990). *Official Methods of Analysis*. AOAC, Washington DC, USA, 1094 pp
2. Bertullo, E. (1992). *Ensilado de pescado en la pesquería artesanal. Consulta de expertos sobre tecnologías de productos pesqueros en América Latina*. 2. Montevideo. Roma, FAO.49 pp

3. Duncan, D.B. (1951). A significance test for differences between ranked treatments in Analysis of Variance. *Virginia J. Sci.* 171-189 pp
4. Fagbenro, O. y K. Jauncey. (1993). Chemical and nutritional quality of raw, cooked and salted fish silages. *Food Chemistry* (48):331-335
5. Fagbenro, O. y K. Jauncey. (1994). Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) fed moist diets containing autolysed protein from stored lactic-acid-fermented fish-silage. *Bioresource Technology*, (48):43-48
6. Fagbenro, O., K. Jauncey y G. Haylor. (1994). Nutritive value of diets containing dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal for juvenile *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. *Aquaculture Living Resour*, (7):79-85
7. Fagbenro, O. (1994). Dried fermented fish silage in diets for *Oreochromis niloticus*. *The J. Aqua-Bamidgeh- Israeli*, 46(3):140-147
8. Fagbenro, O. y K. Jauncey. (1995). Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) feed dry diets containing co-dried lactic-acid-fermented fish silage and protein feedstuffs. *Bioresource Technology* (51):29-35
9. FAO/GLOBEFISH Primer Plano. (2002). *Harina y aceite de pescado*. Actualización trimestral basada en el banco de datos de GLOBEFISH 2002 FAO/GLOBEFISH Primer Plano. (4):18-19
10. Goncalves, J.F., S. Santos, I.B. Pereira y J. Coimbra. (1889). The use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutrition. *Aquaculture*, (80):135-146
11. Kubitz, F. (1999). Nutrición y Alimentación de Tilapia- Parte 2. *Panorama da Aquicultura*, 10(53):42-50
12. Lapie, L.P. y C.M. Bigueras-Benitez. (1992). Feeding studies on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) using fish silage. En: D. James, ed. *FAO Fish Rep.* No. 470. FAO, Roma. 165-177
13. Negret, E. (2002). *Informe de Misión de Consultaría. Segunda Etapa*. Documento de Campo 4. Proyecto FAO "Alimentación de peces por Métodos Alternativos no Convencionales. TCP/CUB/8821. 29 pp.
14. Ogunji, J.O. y M. Wirth. (2001). Alternative protein sources as substitutes for fishmeal in the diet of Young Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn). *J. Aqua-Bamidgeh*, 53(1):34-43
15. Toledo, J. y J. Llanes. (2002). *Manual Practico para Nutrición y Alimentación de Peces*. Documento manuscrito. Centro de Preparación Acuicola Mampostón. Habana. Cuba. 58 pp
16. Vásquez, W., J.A. Arias, S.C. Pardo y A.P. Muñoz. (1999). Determinación de parámetros nutricionales básicos en juveniles de Cachama blanca, *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818. *II Curso Internacional de Acuicultura*. Santa Fe de Bogota, D.C., marzo 25 – 27 de 1999. Universidad Nacional de Colombia. 13 pp
17. Vidotti, R.M. (2001). *Producto e Utilizacao de Silagens de Peixe na Nutricao do Piracanjuba (Brycon orbignyanus)*. Disertación de Doctorado. Brasil. 59 pp
18. Vidotti, R.M., D.J. Carneiro, E.M. Macedo-Viegas. (2002). Acid and fermented silage Characterization and Determination of Apparent Digestibility Coefficient of Crude Protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33(1):57-62
19. Viola, S., Y. Arieli y G. Zohar. (1988). Animal-protein-free feeds for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) in intensive culture. *Aquaculture* (75):115-125
20. Webster, C.D. y C. Lim. (2002). *Introduction to fish nutrition*. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing. 27 pp