

Evaluación de los desechos frescos de pescado y ensilados como única fuente de proteína animal en la alimentación de híbrido de Clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*)

José E. Llanes Iglesias, José Toledo Pérez

Centro de Preparación Acuicola Mampostón

Carretera Central Km. 41 Morales. San José de las Lajas. 32700 Habana (Cuba)

e-mail: mcoto@telemar.cu

Resumen

Se evaluaron tres dietas experimentales con desechos frescos de pescado y sus respectivos ensilados por vías biológica y bioquímica, como única fuente de proteína de origen animal en la dieta de alevines de híbridos de Clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*), las que fueron comparadas con el Alimento Comercial de Tilapias (20% de harina de pescado) durante 60 días. Los resultados mostraron que los mejores indicadores de crecimiento y utilización del alimento fueron obtenidos con el empleo de los desechos de pescado frescos, los que difirieron significativamente ($p < 0,05$) a los ensilados y la harina de pescado. Además se demuestra que los ensilados de pescado pueden sustituir totalmente a la harina de pescado en la dieta de estos peces, siendo una alternativa para la producción de alimentos acuícola para países en vía de desarrollo.

Summary

Have been evaluated three experiments diets with fresh waste fish and its respective ensilages for biological and biochemical ways, unique fountain of animal proteins in diets of fingerlings the hybrids of Clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*), this diets were compared with tilapias' commercial food (20% meal fish) during 60 days. Results showed that the best indicators of growth were obtained with using fresh waste fish with significant difference ($p < 0,05$) to the ensilages and the meals fish. Besides star proved that fish ensilages could be substitute meal fish in fish diet, being one alternative for the aquaculture food production for countries in development ways.

Introducción

Las Clarias (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) son una especie de bagre africano consideradas predadores omnívoros (Gertjan y Janssen, 1996) y oportunistas (Internet, 2000), por lo cual tienen una alta diapasión de alimentación.

Las fuentes de alimentos utilizadas para el cultivo de esta especie en países africanos y asiáticos son muy amplias, dentro de los que se pueden citar moluscos, desechos de pescado y aves, lombriz de tierra, larvas de mosquitos, gusanos de seda, sangre y vísceras de animales, salvados de arroz y trigo, harinas de soya y maní (Zheng, 1988).

En Cuba su alimentación ha estado dirigida fundamentalmente al empleo de los desechos del procesamiento pesquero como única fuente de proteína animal y algunos subproductos agrícolas disponibles en el país. Referente a esto, Llanes y cols. (2001) evaluando los desechos de pescado en la alimentación de esta especie refirieron que son un alimento de alta calidad pero se hace necesaria su conservación por tiempos más prolongados, puesto que se necesitan altos volúmenes diarios los cuales las industrias procesadores no abastecen de forma regular. Referente a esto, en la Planta Piloto de Investigación y Producción de alimentos No Convencionales del Centro de

Preparación Acuícola Mampostón (CPAM) se han desarrollado varias tecnologías de conservación (ensilados químicos, biológicos y bioquímicos de pescado) con resultados alentadores (Toledo y cols., 2001; Llanes, 2003).

El objetivo del presente trabajo es evaluar los desechos de pescado frescos y ensilados (biológico y bioquímico) como única fuente de proteína animal en la alimentación de alevines de híbridos de Clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*).

Materiales y métodos

Preparación de las dietas experimentales.

Los desechos de pescado (DP) utilizados fueron sobrante del fileteado de tilapias, los cuales se molieron en un molino de carne JAVAR 32 a un tamaño de partícula de 4,5 mm. Una vez molidos se homogenizaron con una paleta de madera durante 3 min y se tomó una muestra de 100 g para su análisis químico, la restante se dividió en tres porciones iguales, una se mantuvo fresca y las otras dos porciones fueron ensiladas por la vía biológica y bioquímica.

Para la preparación del ensilado biológico (EBL) se adicionó a los DP un 15% de melaza de caña grado C (peso/peso) como sustrato fermentable y 3% de yogur comercial (*Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*) como cultivo de bacterias lácticas y para el ensilado bioquímico (EBQ) se adicionó un 15% de miel agria PROTEOLABR (peso/peso) a los DP. Cada ensilado fue preparado con tres réplicas y almacenado a temperatura ambiente en tanques plásticos de 20 l con tapa. Durante los 7 días de almacenamiento (Fagbenro y Jauncey, 1993) fue medido el pH con un pHmetro digital Hanna y al cabo de este tiempo se tomó muestra para el análisis de la composición química.

En la Tabla 1 se muestra la composición porcentual y química de las dietas experimentales y el control (Alimento Comercial de Tilapias, ACT).

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

Ingredientes	D1 (DP)	D2 (EBQ)	D3 (EBL)	D4 (ACT)
Desechos frescos de pescado	40	-	-	-
Ensilado bioquímico de pescado	-	40	-	-
Ensilado biológico de pescado	-	-	40	-
Harina de pescado	-	-	-	20
Harina de soya	32,69	32,69	32,69	20
Harina de trigo	-	-	-	20
Salvado de trigo	22,95	22,95	22,95	30
Aceite vegetal	2	2	2	3
Mezcla minero-vitamínica	1	1	1	1
Fosfato dicálcico	1,36	1,36	1,36	2
Dextrana	-	-	-	4
Total	100	100	100	100
Humedad (%)	35,28	33,89	34,07	12,79
Proteína bruta (%)	24,07	23,86	23,62	30,28
Energía digestible (Kcal/Kg)	1897	1895	1887	2510

Para la preparación de las dietas experimentales se molinaron las harinas vegetales a un tamaño de partícula de 250 μm y se mezclaron junto al aceite vegetal, fosfato dicálcico y mezcla minero-vitamínica durante 10 min en una mezcladora HOBART M-600. Al cabo de este tiempo, era incluida la fuente proteica de origen animal (base humedad) correspondiente a cada dieta experimental (D1, desechos frescos de pescado; D2, ensilado bioquímico; y D3, ensilado biológico de pescado) la cual era mezclada durante 10 min. La peletización se realizó en el molino de carne JAVAR 32 con el disco de 2,5 mm de diámetro, almacenándose en congelación (-100°C) y suministradas en forma húmeda.

Las determinaciones químicas de las materias primas se realizaron mediante el método descrito por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990), materia seca por desecación en estufa a 105°C, proteína bruta (PB) por Kjeldhal utilizando el factor 6,25 y la energía digestible (ED) se calculó utilizando los siguientes factores de conversión: 3,00 Kcal/g para carbohidratos (no leguminosa) y 2,00 (leguminosa), 4,25 proteína animal, 3,80 proteína vegetal y 8,00 para lípidos.

Bioensayo con peces

Se utilizaron alevines de *Clarias gariepinus* de $4,53 \pm 0,5$ g de peso promedio inicial, los cuales fueron distribuidos al azar en 12 tanques circulares de fibra de vidrio con 200 l de agua de capacidad. En cada tanque fueron colocados 20 peces, correspondiendo tres tanques para cada tratamiento en estudio. El experimento tuvo una duración de 60 días donde se estandarizó el flujo de agua en todos los recipientes a razón de 0,2 l/min y se tomaban los valores de temperatura y concentración de oxígeno disuelto con un oxímetro Hanna.

La tasa de adición de alimento fue calculada en función del alimento a ingerir (2,40 g proteína bruta/ 100 g peso vivo) dadas las diferencias de proteína bruta entre las dietas experimentales y la control, correspondiendo un 10% del peso corporal/día para las dietas experimentales (D1, D2 y D3) y 8% para los que consumieron la control. Cada 15 días se realizaba un muestreo a todos los peces para el ajuste de la ración y evaluar los siguientes indicadores nutricionales:

- 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
- Factor de Conversión alimentaría (FCA) = Alimento añadido/Ganancia peso
- Supervivencia (S) = $(N^\circ \text{ Animales finales} / N^\circ \text{ Animales iniciales}) \times 100$.

A estos indicadores se les realizó una prueba de normalidad y homogeneidad de varianza y un análisis de varianza de clasificación simple. Las medias fueron comparadas por la prueba de comparación múltiple de Duncan por medio del paquete Statistica® para Windows, versión 6.0 del 2000.

Resultados y Discusión

Similar composición química (humedad, proteína bruta, PB y energía digestible, ED) presentaron las dietas experimentales, las que fueron inferiores (base húmeda) al control (ACT). No obstante, para que su comparación fuera válida la tasa de adición de alimento fue calculada en función del alimento a ingerir (g de proteína bruta/100 g de peso vivo/ día).

En la Tabla 2 se muestran los valores promedios de los indicadores nutricionales evaluados durante los 60 días de alimentación con las dietas experimentales.

Tabla 2. Resultados obtenidos con las dietas experimentales a los 60 días de cultivo. Error estándar entre paréntesis.

Indicadores	D1 (DP)	D2 (EBQ)	D3 (EBL)	D4 (ACT)
Pesos finales (g)	95,31 (6,36) ^a	51,67 (3,10) ^b	55,06 (4,77) ^b	53,26 (2,22) ^b
IPD (g/día)	1,51 (0,10) ^a	0,78 (0,05) ^b	0,83 (0,06) ^b	0,81 (0,01) ^b
TCE (%/día)	5,07 (0,08) ^a	4,05 (0,04) ^b	4,14 (0,21) ^b	4,11 (0,02) ^b
TEP	4,41 (0,15) ^a	3,20 (0,05) ^b	3,17 (0,27) ^b	3,39 (0,04) ^b
FCA	1,63 (0,05) ^b	2,22 (0,04) ^c	2,27 (0,21) ^c	1,26 (0,01) ^a
Supervivencia (%)	90,00 (5,78) ^a	90,00 (0,00) ^a	86,66 (3,33) ^b	93,33 (3,33) ^b

Los valores con letras diferentes en la misma fila, difieren estadísticamente para $p < 0,05$ según prueba de Rangos Múltiples de Duncan

Los mejores indicadores de crecimiento (pesos finales, TCE y IPD) se obtuvieron con los desechos frescos de pescado (D1) como única fuente de proteína animal, la cual difirió significativamente ($p < 0,05$) con los ensilados bioquímico (D2), biológico (D3) y la harina de pescado, HP (control).

Llanes y cols. (2001) refirieron que los desechos frescos de pescado son un alimento de óptima calidad en la alimentación de estos peces, pues presentan altos valores de proteína (base seca) con buen perfil de aminoácidos y ácidos grasos de cadenas largas, principalmente los altamente insaturados (C22:1 y C22:6) que cubren los requerimientos reportados por Fagbenro y Jauncey, (1993) para *Clarias gariepinus*.

Con relación a las dietas con ensilados de pescado (EP), el crecimiento tuvo una respuesta favorable con relación al control, lo cual sugiere que los EP (bioquímico y biológico) pueden remplazar totalmente la HP como proteína dietética para híbridos de clarias, siendo una alternativa viable en la producción de alimentos acuícolas para países en vía de desarrollo. Esto coincide con otros trabajos que refieren altos niveles de HP remplazados por ensilados de pescado (químico y biológico) que fueron aceptados y con los cuales se obtuvieron buenos crecimientos en *Oreochromis niloticus* (Fagbenro y Jauncey, 1994), *Clarias batrachus*, *C. macrocephalus* y *Clarias gariepinus* (Wee y cols., 1986; Edwards y cols., 1987 y Fagbenro y Jauncey, 1994, respectivamente).

Los mejores valores de conversión alimentaria (base humedad) fueron con la dieta control (1,26), los que difirieron estadísticamente a la D2 (DP) y las dietas con EP (D3 y D4). Es necesario considerar que estas diferencias están propiciadas a los contenidos de humedad entre las dietas experimentales (33-35%) y la control (12,79%). No obstante se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el DP y los EP. Little y cols., (1994) citaron que alimentando híbridos de Clarias (*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*) en Tailandia con desechos de aves, (fundamentalmente patas de pollo), mezclado en proporción de 5:1 con salvado de arroz, obtienen un FCA de 4 y, Padilla y cols. (2000), evaluando la sustitución de la HP por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitada, *Colossoma macropomum* obtuvo un FCA de 3,1 y 3,6 los cuales son desfavorables en relación a los obtenidos en este trabajo.

Los resultados en la utilización de la proteína, expresados como TEP son también presentados en la Tabla 2. Los valores obtenidos en híbridos de Clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*) muestran que la mejor eficiencia se obtuvo con los

desechos frescos de pescado, los cuales difirieron significativamente ($p < 0,05$) con los ensilados y la harina de pescado.

Según los resultados obtenidos en los indicadores nutricionales evaluados, la utilización de los desechos frescos de pescado como única fuente de proteína animal en híbridos de clarias, es superior a la harina y ensilados de pescado. Referente a esto, la literatura consultada muestra algunas transformaciones químicas que sufren los desechos pesqueros durante el proceso de ensilaje. Referido a esto, Backhoff (1976) produjo diferentes ensilados químicos utilizando diferentes combinaciones de tejidos de pescado (vísceras, piel, cabezas y músculos) obteniendo que el nivel de hidrólisis (proteolisis) y nitrógeno total no proteico (grupos de amino libre, bases volátiles y polipéptidos) durante las primeras 24 horas fue más alto en los ensilados donde eran incluidas las vísceras.

Estos elementos lo condujeron a la conclusión que los tejidos del pescado eran hidrolizados por las enzimas presentes en las vísceras, provocando un incremento en el nitrógeno no proteico (NNP). Posteriormente, Fagbenro (1996) reporta valores de NNP de 27,8 y 39,2% a los 0 y 30 días de almacenamiento respectivamente, en ensilados biológicos de residuos de camarón.

Un aumento en el nivel de aminoácidos libres y péptidos de cadenas pequeñas con la reducción correspondiente de proteína precipitable en ácido tricloroacético, fue detectado por Tatleson (1974), durante el periodo de ensilaje de desechos de pescado. Posteriormente, Hardy y cols., (1984) manifestaron que el uso de ingredientes que contienen altos niveles de aminoácidos libres y pequeños péptidos, pueden causar la reducción en la disponibilidad biológica de la lisina y de otros aminoácidos esenciales.

Vidotti y cols. (2002), evaluando diferentes subproductos pesqueros (desechos de tilapias, pescados de agua dulce y marinos fuera de talla comercial) ensilados por vías química y biológica, detecto perdidas de triptófano durante el proceso de ensilaje. Una tendencia similar de niveles de triptófano superiores antes del proceso de acidificación fue reportada por Fagbenro (1996). El triptófano es un aminoácido lábil bajo condiciones de acidez y es también afectado por la temperatura y la duración del tratamiento ácido (Kompiang y cols., 1980).

Durante el periodo experimental se obtuvieron altas sobrevivencias (mayor de 86%) para todos los tratamientos, a pesar de la manipulación a que fueron sometidos todos los peces experimentales en ocasión a los muestreos quincenales; lo que corrobora la resistencia de esta especie y su aptitud para los cultivos intensivos.

Durante los días de experimentación la temperatura del agua presento valores de 26 a 29°C. La concentración de oxígeno disuelto fue de 4,5 mg/l como promedio. Los nitratos registraron valores de 0,10 a 0,13 ppm y los nitritos de 0,42 a 0,45 ppm, los cuales están dentro del rango fisiológico para el buen crecimiento de esta especie según Viveen y cols. (1985).

En este trabajo se puede concluir que la mejor fuente de proteína de origen animal evaluada en la alimentación de híbridos de Clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*) fueron los desechos frescos del procesamiento pesquero y los ensilados de desechos pesqueros pueden remplazar totalmente la harina de pescado sin afectar los indicadores de crecimiento, utilización del alimento y supervivencia en híbridos de Clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*).

Bibliografía

1. A.O.A.O. (1990). *Oficial Methods of Analysis*. AOAC, Washington D.C., 1094 pp
2. Backhoff, H.P. (1976). Some chemical changes in fish silage. *J. Food Technol.* 11:353-363
3. Edwards, P., C. Polprasert y K.L. Wee. (1987). Use of ensiled septage-raised Tilapia as feed ingredient for carnivorous fish production. En: *Resource Recovery and health. Aspects of sanitation*. P. Edwards. AIT Research. Report, 205, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 164-183
4. Fagbenro, O. y K. Jauncey. (1993). Chemical and nutritional quality of raw, cooked and salted fish silage. *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. (1996). Preparation, properties and preservation of lactic acid fermented shrimp head. *Food Research International* 7(29):47
7. Hardy, R.W., K. Shearer, J. Spinelli. (1984). Propiedades nutricionales de los ensilados secos de pescado en truchas arcoiris, *Salmo gairdneri*, en dietas secas. *Aquaculture*, 38:35-44
8. de Graaf, G. y H. Janssen. 1996. *Artificial reproduction and pond rearing of pond rearing of African catfish Clarias gariepinus in sub-Saharan Africa*. A handbook. FAO Fisheries Technical Paper 362, 73 pp
9. Internet, (2000). Disponible en URL: <http://cdserver2.ru.ac.za/cd/catfish/catfish/cat221a.htm>. Last modified at 15:13 on 30/7/97
10. Kompiang, I.P. (1981). Fish silage. Its prospect and future in Indonesia. *Indonesia Agricultural Research & Develop Journal*, (3):1-12
11. Little, D.C., K. Kaewpaitoon y T. Haitook. (1994). The commercial use of chicken processing wastes to raises hybrid catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*) in Thailand. *NAGA, The ICLARM Quartely*. 25-27
12. Llanes, J.E., J. Toledo y J.M.V. Lazo. (2001). Utilización del desecho de pescado en la alimentación del pez gato africano *Clarias gariepinus*. *Acuacuba*, 3(1):26-31
13. Llanes, J. (2003). *Producción y utilización de ensilado de pescado en la alimentación de Tilapia roja (Oreochromis spp.)*. Resumen de Tesis presentada en opción al Título de Master en Biología Marina y Acuicultura. Universidad de La Habana. Cuba
14. Padilla, P., F. Alcántara y J. García. (2000). Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamita, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818). *Folia Amazonica*, 10(2):225-238
15. Microsoft. (2000). *STATISTICA® For Windows. 6.0*. Disponible en URL: <http://www.statsoft.com>
16. Tatterson, I.N. y M.L. Windsor. (1974). Fish silage. *J. Sci. Agric.* (25):369-379
17. Toledo, S.J., J.E. Llanes y J.M.V. Lazo. (2001). Efecto de una dieta no convencional en la alimentación de *Clarias gariepinus*. *Acuacuba*, 3(1):32-37
18. Vidotti, R.M., D.J. Carneiro y E.M. Macedo-Viegas. (2002). Acid and fermented silage characterization and determination of crude protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 33(1):57-62
19. Viveen, W.J.A.R., C.J.J. Richter, P.G.W.J. Van Oordt, J.A.L. Janssen, y E.A. Hisman. (1985). Practical Manual for the culture of the African Catfish (*Clarias gariepinus*). *The Netherlands Ministry for development operation, selection for Research and technology*. 128 pp
20. Zheng, W.B., J.H. Pan y W.S. Liu. (1988). Culture of catfish in China. *Aquaculture*, 75:35-44
21. Wee, K.L., N. Kerdchuen y P. Edwards. (1986). Use of waste grown tilapia silage as feed for *Clarias batrachus*. *J. Aquac. Trop.* (1):127-137