

## Evaluación nutricional de ensilajes de residuos pesqueros para la alimentación de tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)

### Evaluation of fishing waste silage for the feeding of red tilapias (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)

José E. Llanes,<sup>1</sup> José Toledo,<sup>1</sup> Lourdes Savón<sup>2</sup> y Odilia Gutiérrez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Preparación Acuícola Mampostón, Carretera Central km 41, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, E-mail: jellanes@telemar.cu

<sup>2</sup> Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

#### RESUMEN

Se determinó la composición química de ensilajes químico y biológico de residuos del fileteado de tilapias, así como la digestibilidad *in vitro* en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) mediante modelos de clasificación simple con tres repeticiones. Un total de 270 peces ( $45,43 \pm 8,35$  g de peso promedio) se distribuyeron en tres tratamientos (una dieta de referencia y dos experimentales con cada ensilaje de pescado); se usó óxido crómico como indicador y las heces se recolectaron por un sifón desde el fondo de los tanques. Los valores de pH fueron menores que 4,3 para ambos ensilajes, la composición química mostró altos contenidos de proteína bruta con una calidad acorde con los requerimientos de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). La digestibilidad *in vivo* reveló que algunos nutrientes difirieron en función del tipo de ensilaje, entre tanto la proteína fue mayor para el ensilaje químico (89,9 %) y la materia seca, calcio y fósforo para el biológico. No se encontraron diferencias ( $p > 0,05$ ) para la grasa, energía y cenizas. Se concluyó que los ensilajes de residuos pesqueros presentaron un valor nutricional alto, los que constituyen fuentes de proteína alternativa en la formulación de raciones para tilapias.

*Palabras clave:* digestibilidad, ensilaje, residuos pesqueros, tilapia.

#### ABSTRACT

The chemical composition of tilapias filleted wastes chemical and biological silage, as well as digestibility *in vitro* in red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*), according simple classification model with three repetitions were determined. A total of 270 fish ( $45,43 \pm 8,35$  g of average weight) distributed in three treatment (a referent diet and two experimental diets with each fish silage); the chromic oxide was used as an inert indicator and faecal sample were recollected by siphoning from the bottom of tanks. The pH value were lower than 4,3 for both silage, the chemical composition showed high of crude protein content with the required quality for tilapia of Nilo (*Oreochromis niloticus*). The nutrients digestibility differed from one silage type to another; meanwhile protein was bigger for the chemical silage (89,9 %); and the dry matter, phosphorus and calcium for the biological one. Similar digestibility ( $p > 0,05$ ) was presented for the fat, energy and ash. As a result, the fishing waste silages presented high nutritional value, that they constitute an alternative- protein source in the formulation of rations in tilapia.

*Keywords:* digestibility, silage, fishing waste, tilapia.

## INTRODUCCIÓN

Según Tacon & Hasan (2007) la producción de harina de pescado (HP) fue relativamente estable durante los últimos 15 años y se prevé que su situación no mejore, lo que pudiera declinar su disponibilidad en el futuro. De

ahí, que la elaboración de alimentos comerciales para peces dependerá en un futuro breve de otras fuentes de proteínas alternativas de calidad para sustituir este insumo.

Una alternativa pudiera estar en aprovechar los residuos pesqueros a través de la aplicación de metodologías simples y de baja inversión como el ensilaje,

aunado a los abundantes desechos que se generan en el país por conceptos de pescas de arrastres, plantas procesadoras de pescado y otras pérdidas que ocurren por manipulación, almacenamiento, distribución y comercialización, las cuales se pudieran utilizar para mejorar la calidad de las raciones vegetales que se usan en los cultivos de tilapia y a su vez minimizar los efectos de la contaminación ambiental.

El objetivo de este trabajo fue determinar las características químicas y digestibilidad *in vitro* de los ensilajes químico y biológico de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Preparación de los ensilajes de pescado y dietas experimentales

Se utilizaron desechos del fileteado de tilapias, los cuales se molieron en un molino de carne JAVAR 32 a un tamaño de partículas de 1 cm. El ensilaje químico (EQ) se preparó con ácido sulfúrico 98 % (20 mL/kg) y ácido fórmico (10 mL/kg) (Toledo *et al.*, 2009) y el ensilaje biológico (EBL) con miel final (150 g/kg) y yogurt comercial (30 g/kg) como cultivo de bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus acidophilus*) (Toledo & Llanes, 2007). Ambos ensilajes de pescado (EP) se triplicaron y se almacenaron en recipientes plásticos con tapas a temperatura ambiente durante 30 días, donde

se registraron los valores de pH con un potenciómetro digital HANNA.

### Bioensayo de digestibilidad

Un total de 270 tilapias rojas *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* de  $45,43 \pm 8,35$  g de peso promedio, se distribuyeron según modelo de clasificación simple con tres repeticiones, en nueve piscinas rectangulares de cemento de 700 L de agua (30 animales/piscina). Los peces se mantuvieron una semana de aclimatación donde se alimentaron a saciedad con las dietas experimentales dos veces al día (9:00 y 16:00 h). Al cabo de este tiempo se comenzó la recolección de las heces fecales minuciosamente por medio de un sifón durante seis días. Las heces se recogieron antes de proceder a cada alimentación y se secaron (estufa a 60 °C), molieron y congelaron (-25 °C) para su posterior análisis químico. Los valores de temperatura y concentración de oxígeno disuelto en el agua de los acuatorios se midieron diariamente con un oxímetro HANNA.

Se formularon tres balanceados: uno de referencia (D1) similar al que utilizó Köprücü & Özdemir (2005) en tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y dos experimentales (D2 y D3) con cada EP (TABLA 1). El óxido crómico se empleó como marcador inerte y se añadió en una proporción de 10 g/kg de alimento. Las dietas se prepararon según la metodología descrita por Köprücü & Özdemir (2005).

TABLA 1. Composición de las dietas experimentales (g/100 g)

Ingredientes	D1	D2	D3
	Referencia	Ensilaje químico	Ensilaje biológico
Harina de pescado	15	10,42	10,42
Harina de soya	45	31,22	31,22
Harina de trigo	32,75	22,72	22,72
Aceite de soya	2	1,39	1,39
Fosfato dicálcico	2	1,39	1,39
Cloruro de sodio	0,25	0,17	0,17
Carboximetil celulosa	1	0,69	0,69
Mezcla vit.-mineral	1	1	1
Óxido crómico III	1	1	1
Ensilado químico	-	30	-
Ensilado biológico	-	-	30
Materia seca	91,21	90,26	91,53
Proteína bruta	33,52	35,10	33,55
Energía bruta (MJ/kg)	16,91	17,74	17,99

La composición química proximal de las muestras de ensilajes, dietas y heces, así como las determinaciones de cromo se hicieron por triplicado de acuerdo con los procedimientos de la AOAC (1995). El perfil de aminoácidos se obtuvo por cromatografía líquida de alta resolución con una columna de intercambio iónico de sodio y derivatización postcolumna con ninhidrina en un detector UV visible según la norma 994.12 (AOAC, 1995). Para la cuantificación de los aminoácidos, las muestras se hidrolizaron con ácido clorhídrico 6N, por 22 h a 110 °C, según el método descrito por Moore & Stein (1963). Para el triptófano, las muestras se hidrolizaron con hidróxido de litio 4N, según la metodología descrita por Lucas & Sotelo (1980).

Los valores de digestibilidad aparente (DA) de los nutrientes se calcularon según Bureau *et al.* (1999) con las siguientes ecuaciones:

$$DA_{\text{total}} (\%) = (DA_{\text{test}} - 0,7) \times DA_{\text{referencia}} / 0,3.$$

$$DA_{\text{nutriente}} (\%) = (DA_{\text{test}} \times \text{Nutriente}_{\text{test}} - (DA_{\text{referencia}} \times \text{Nutriente}_{\text{referencia}} \times 0,7)) / (0,3 \times \text{Nutriente}_{\text{ingrediente}}).$$

El procesamiento de los datos se realizó mediante análisis de varianza. Cuando fue necesario se docimaron las diferencias entre medias a través de Duncan (1955). Se utilizó para ello el sistema de cómputo de datos INFOSTAT versión 1 (Balzarini *et al.*, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El EQ presentó un olor a ácido suave con ligera tendencia al aceite de pescado (conservas de pescado en aceite), color gris y una consistencia pastosa con pequeñas cantidades de líquido claro de apariencia aceitosa similar a lo descrito por Vidotti *et al.* (2002). Por su parte, el EBL tuvo un olor típico de procesos fermentativos, color marrón y consistencia pastosa de acuerdo con lo relatado por Toledo & Llanes (2007).

Los valores de pH correspondientes a los ensilajes durante los 30 días mostraron valores de 4,10 a 4,16 para el EBL, los que coincidieron con los reportados por Vidotti *et al.* (2002) y de 2,73 a 3,01 para el EQ similares a los citados por Toledo *et al.* (2009). Estos valores fueron satisfactorios para la conservación de los residuos de pescados según Toledo & Llanes (2007).

Los resultados de la composición química de los ensilajes (TABLA 2) revelaron que los procesos de acidificación y fermentación láctica variaron los valores porcentuales de nutrientes respecto a la materia prima (MP), resultados que coinciden con Gerón *et al.* (2007).

TABLA 2. Composición química de los residuos y los ensilajes (g/100 g materia seca)

Indicadores	Residuos frescos	Ensilaje químico	Ensilaje biológico	EE (±) Sig
Materia seca	34,2 <sup>a</sup>	30,0 <sup>b</sup>	32,0 <sup>b</sup>	0,77**
Proteína bruta	45,9 <sup>a</sup>	43,3 <sup>b</sup>	36,7 <sup>c</sup>	0,26***
Extracto etéreo	21,6 <sup>a</sup>	22,1 <sup>a</sup>	18,6 <sup>b</sup>	0,30**
Cenizas	21,1 <sup>c</sup>	24,5 <sup>a</sup>	23,1 <sup>b</sup>	0,55**
Calcio	7,1	6,4	6,3	0,20
Fósforo	4,4 <sup>a</sup>	4,1 <sup>ab</sup>	3,5 <sup>b</sup>	0,17*

Letras diferentes en la misma fila, difieren estadísticamente para  $p < 0,05$  (Duncan, 1955).

\*\*\*  $p < 0,001$  \*\*  $p < 0,01$  \*  $p < 0,05$

Esta variación de la composición de nutriente en los EP se debe a la adición de los diferentes ingredientes en la formulación. La fermentación redujo los contenidos de proteína y grasa por la adición de miel final (fuente rica en carbohidratos) y yogurt, lo cual diluyó las concentraciones de estos nutrientes en el producto final. Por otro lado, la disminución de proteína en el EQ fue consecuencia de la hidrólisis y los efectos autolíticos en la degradación de las proteínas y nucleoproteínas que se transforman en componentes más simples como amonio que se volatiliza (Gerón *et al.*, 2007).

Los altos valores de cenizas (TABLA 2) en estos silos están dados por la presencia de grandes cantidades de

escamas, espinas y huesos en los residuos pesqueros. Asimismo, los contenidos de fósforo disminuyeron significativamente ( $p < 0,001$ ) respecto a la MP. No obstante, este micronutriente puede ser beneficioso en las raciones pues se encuentra en forma de fosfato tricálcico y carbonato de calcio asimilables por las tilapias (NRC, 1993).

Diversos trabajos (González & Marín, 2005; Gerón *et al.*, 2007; Santana-Delgado *et al.*, 2008) informaron diferencias en la composición química de varios EP, los que a su vez discrepan a los de este trabajo. De acuerdo con Vidotti *et al.* (2002) estas divergencias se atribuyen a la composición química de las

diferentes MP, pues la composición del pescado puede variar con la especie, sexo, época de captura, alimentación, estado reproductivo e inclusive de acuerdo con el tipo de corte industrial en el procesamiento.

La composición de aminoácidos de los residuos frescos y los ensilajes (TABLA 3) mostró la buena calidad proteica respecto a las exigencias de aminoácidos esenciales que estableció la NRC (1993) para la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*.

TABLA 3. Composición de los aminoácidos en los ensilajes de residuos de tilapias (g/100 g PB) y los requerimientos exigidos por la NRC (1993) para tilapia del Nilo

Aminoácidos	Ensilaje químico	Ensilaje biológico	tilapias*
Lisina	7,69	6,98	5,12
Triptófano	0,58	0,72	1,00
Histidina	2,60	2,53	1,72
Arginina	7,81	4,67	4,20
Valina	5,61	6,14	2,80
Metionina	3,92	4,76	2,68
Isoleucina	4,86	4,61	3,11
Leucina	6,35	7,36	3,39
Treonina	4,28	3,92	3,75
Fenilalanina	3,65	3,44	3,75

\* Exigencias de aminoácidos esenciales establecidas para tilapias del Nilo por la NRC (1993).

De los aminoácidos esenciales, el EBL presentó las mayores concentraciones (> 6 g/100 g PB) de lisina, valina y leucina y el EQ de lisina, arginina y leucina, por el contrario del triptófano (< 1 g/100 g PB). Estos resultados coinciden con otros autores al ensilar residuos de tilapias (Vidotti *et al.*, 2003; Gerón *et al.*, 2007). En el caso del triptófano se consideró un aminoácido lábil en condiciones ácidas (Vidotti *et al.*, 2003).

Una posible explicación de las reducciones en los contenidos de aminoácidos en estos procesos de conservación se atribuyen a las reacciones químicas que ocurren entre los grupos alfa amino y grupos azúcar aldehídos de los carbohidratos de la miel (Fagbenro *et al.*, 1997) y alteraciones bioquímicas por el aumento de la proteína soluble o la actividad bacteriana que

promueve la descarboxilación, en la cual las enzimas reaccionan con aminoácidos de grupos COOH terminal, y forman aminas reactivas y CO<sub>2</sub> (Ogama & Maia, 2001).

Durante el bioensayo de digestibilidad, la temperatura del agua osciló de 25,8 a 26,9 °C y el oxígeno disuelto fue > 3 mg/L. No hubo mortalidades y las raciones se consumieron rápidamente, lo que se debe a los aminoácidos que se liberan del proceso de hidrólisis que pueden tener efecto attractante (Toledo & Llanes, 2007).

Las digestibilidades aparentes de los EQ y EBL (TABLA 4), que se obtuvieron por el método de recolección de heces a través de sifón y óxido crómico como marcador, fue de forma general satisfactoria respecto a otros reportes que se consultaron.

TABLA 4. Digestibilidad aparente de los nutrientes y energía de los ensilajes de residuos pesqueros para tilapia roja (g/100 g)

Nutrientes	Ensilaje químico	Ensilaje biológico	EE (±) Sig
Total	79,14	82,21	0,64 *
Proteína bruta	89,92	81,74	0,89 **
Lípidos	86,50	87,76	0,54
Cenizas	60,63	62,85	1,19
Calcio	41,40	51,55	0,89 **
Fósforo	56,06	65,12	0,88 **
Energía	85,10	86,28	0,45

EE – Error estándar \*\*  $p < 0,01$  \*  $p < 0,05$

De los ensilajes que se evaluaron, el EBL presentó valores superiores ( $p < 0,01$ ) en la digestibilidad de la materia seca y minerales, mientras la proteína digestible fue mayor para el EQ ( $p < 0,01$ ). Por su parte, las digestibilidades de los lípidos, cenizas y energía no difirieron significativamente ( $p > 0,05$ ) entre los ensilajes.

La menor  $DA_{PB}$  ( $p < 0,01$ ) del EBL puede estar dada en el aumento de los contenidos de bases volátiles totales como resultado de la desaminación oxidativa de los aminoácidos libres, componentes del "pool" de nitrógeno no proteico, por un número de bacterias que causan su reducción y al mismo tiempo generan amonio; lo que puede traer consecuencias negativas en el valor nutricional de este tipo de ensilaje.

De hecho, Köprücü & Özdemir (2005) consignaron que las  $DA_{PB}$  de los ingredientes alimenticios ricos en proteínas se hallan generalmente entre 75 a 95 %. Las  $DA_{PB}$  en este estudio para tilapia roja coinciden con otras reportadas para diferentes materias primas en tilapia del Nilo. Por ejemplo, harinas de gluten de maíz (89 %), soya (87,4 %) (Köprücü & Özdemir, 2005) y harinas de organismos bentónicos (91,1 %), peces pelágicos pequeños (90,3 %); mezcla de diferentes spp. de pez gatos (92,5 %), desechos del procesamiento de atún y sardinas (89,9 %) (Goddard *et al.*, 2008) y harina de gambusia *Gambusia affinis* (82,2 %) (Ahmad, 2008).

La digestibilidad aparente de las grasas (TABLA 4) no mostró diferencias entre los ensilajes ( $p > 0,05$ ) y se encontraron valores mayores que 85 %, los que fueron similares a los que se encontraron en harinas de pescado, subproductos de aves, soya, semillas de girasol (77,9 a 89,9 %) en híbridos de tilapias *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* (Sklan *et al.*, 2004) y en las harinas de pescado, soya, gluten de maíz, garramarido y exoesqueleto de cangrejo (72 a 97 %) en tilapias del Nilo (Köprücü & Özdemir, 2005).

Por otra parte, la digestibilidad de la energía (TABLA 4) tampoco difirió entre los ensilajes y los valores fueron próximos a los reportados para tilapias del Nilo y *Clarias gariepinus* (Fagbenro *et al.*, 1994). Estos buenos resultados pueden atribuirse a las altas concentraciones de ácidos grasos insaturados del aceite de los ensilajes que son mejor absorbidos que los saturados, conforme a lo observado por Bureau *et al.* (1999) al evaluar la digestibilidad de harinas de diferentes orígenes.

La digestibilidad del fósforo (TABLA 4) fue superior a la reportada en harinas de anchoveta (27,8 %), gluten de maíz (28,2 %), soya (30,1 %) para tilapias del Nilo (Köprücü & Özdemir, 2005). Referente a esto, Sarker *et al.* (2007) opinaron que la acidificación dietética para especies gástricas fue efectiva, al incrementar la disponibilidad de minerales en los huesos de peces y HP, lo que comprobaron al suplementar bajos niveles de ácido cítrico a la dieta de la dorada japonesa *Pagrus major*, lo cual incrementó la absorción de fósforo de la HP. De ahí que la alta digestibilidad del calcio y fósforo, indica que

los ensilajes pueden ser fuentes de minerales dietéticas que permiten sustituir suplementos inorgánicos como fosfatos mono y di cálcico.

Diebold & Eidelsburger (2006), consignaron que los ácidos orgánicos son potenciales alternativos a los antibióticos y tienen varias ventajas como: inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos, reducen el pH del estómago lo que mejora la actividad de la pepsina, además pueden ser fuentes de energía metabólica, por ejemplo el ácido propiónico de una a cinco veces más energía que el trigo.

## CONCLUSIONES

Los ensilajes químico y biológico de residuos del fileteado de tilapias variaron su composición química respecto a la materia prima, pero no alteraron su valor nutricional (digestibilidades > 80 %) en la alimentación de tilapias rojas.

## REFERENCIAS

- Ahmad, M. (2008). Evaluation of gambusia, *Gambusia affinis*, fish meal in practical diets for fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39, 243-250.
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis* (16<sup>th</sup> ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
- Balzarini, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., González, I. A., Robledo, C. W. & Tablada, M. E. (2001). Software estadístico INFOSTAT. *Manual de usuario* (1<sup>a</sup> ed.). Córdoba. Argentina.
- Bureau, D. P., Harris, A. M. & Cho, C. Y. (1999). Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 180, 345-358.
- Diebold, G. & Eidelsburger, U. (2006). Acidification of diets as an alternative to antibiotic growth promoters. In D. Barug, J. De Long, A. K. Kies & M. W. A. Verstegen (Eds.), *Antimicrobial growth promoters: Where do we go from here?* (pp. 311-327). The Netherlands, Wageningen Academic Publishers.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Fagbenro, O., Jauncey, K. & Taylor, G. (1994). Nutritive value of diets containing dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal for juveniles *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. *Aquaculture Living Resource*, 7, 79-85.
- Fagbenro, O., Jauncey, K. & Krueger, R. (1997). Nutritive value of dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal in dry diets for catfish (*Clarias gariepinus*). *J. Appl. Ichthyology*, 13, 27-30.

- Gerón, L. J., Zeoula, L., Meire, R., Matsushira, M., Kasama, R., Ferreira, S. *et al.* (2007). Chemical characterization, dry matter and crude protein ruminal degradability and in vitro intestinal digestion of acid and fermented silage from tilapia filleting residue. *Animal Feed Science and Technology*, *136*, 226-239.
- González, D. & Marín, M. (2005). Obtención de ensilado biológico a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. *Revista Científica FCV-LUZ*, *XV* (6), 560-567.
- Goddard, S., Al-Shagaa, G. & Ali, A. (2008). Fisheries by-catch and processing waste meals as ingredients in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, *39*, 518-525.
- Köprücü, K. & Özdemir, Y. (2005). Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, *250*, 308-316.
- Lucas, B. & Sotelo, A. (1980). Effect of different alkalis, temperature, and hydrolysis on food. *Anal. Biochem.*, *109*, 193-197.
- Moore, I. & Stein, W. H. (1963). Chromatographic determination of amino acids by use of automatic recording equipment. *Methods in Enzymology* (6) (pp. 819-831). New York: Academic Press.
- NRC (National Research Council) (1993). Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academic Press, Washington, D. C.
- Ogama E. & Maia, L. (2001). Manual de Pesca. *Ciência e Tecnologia do Pescado* (pp. 371-379). Sao Paulo.
- Santana-Delgado, H., Avila, E. & Sotelo, A. (2008). Preparation silage from Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*, *141*, 129-140.
- Sarker, S. A., Satoh, S. & Kiron, V. (2007). Inclusion of citric acid and/or amino acid-chelated trace elements in alternate plant protein source diets affects growth and excretion of nitrogen and phosphorus in red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture*, *262*, 436-443.
- Sklan, D., Prag, T. & Lupatsch, I. (2004). Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their prediction in diets for tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). *Aquaculture Research*, *35*, 358-364.
- Tacon, A. & Hasan, M. (2007). Global Synthesis of feeds and nutrients for sustainable aquaculture development. In M. Hasan, T. Hecht, S. De Silva & A. Tacon (Eds.), *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development* (pp. 3-17). FAO. *Fisheries Paper. No. 497*. Roma.
- Toledo, J. & Llanes, J. (2007). Estudio comparativo de los desechos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. *REDVET*, *VIII* (9). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907.html>
- Toledo, J., Botello, A. & Llanes, J. (2009). Evaluación de los ensilajes químicos de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus*. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, *26* (1), 14-18.
- Vidotti, R. M., Carneiro, D. J. & Viegas, E. (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.
- Vidotti, R. M., Macedo, E. M. & Carneiro, D. J. (2003). Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Anim. Feed Sci. Technol.*, *105*, 199-204.