

Composición y calidad de la fracción lipídica de los ensilajes de residuos de tilapias

Composition and quality of lipid fraction of waste tilapia silage

José E. Llanes Iglesias,¹ José Toledo Pérez,¹
Lourdes Savón Valdés² y Odilia Gutiérrez Borroto²

¹ Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas. Carretera Central km 20 ½,
Loma de Tierra, Cotorro, La Habana, Cuba

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

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición y los índices de identificación y calidad de la fracción lipídica de los ensilajes (químico y biológico) de residuos del fileteado de tilapias. El ensilaje químico se preparó con 2 % de ácido sulfúrico 98 % y 1 % de ácido fórmico (p/v) y el biológico con 15 % de miel de caña y 3 % de yogur (*Lactobacillus acidophilus*) (p/p) y se almacenaron por 30 días. Los resultados mostraron que ambos ensilajes poseen todos los ácidos grasos presentes en la materia prima y el 60 % fueron insaturados. El oleico (18:1ω9) fue el de mayor concentración (30,2 %) seguido del palmitico (18:0) (27,4 %) y linoleico (18:2ω6) (16,8 %). Los índices de iodo (878 mg/g), saponificación (194,5 mg KOH/g) y ácidos grasos libres (3,4 %) fueron compatibles con los datos de la literatura. Los valores de peróxidos resultaron bajos en los ensilajes e indicaron una menor tendencia a la oxidación en los residuos fermentados.

Palabras clave: ácidos grasos, ensilajes de pescado, fracción lipídica.

ABSTRACT

To determine the composition and indexes of identification and quality the lipid fraction of the silage (chemical and biological) from tilapia filleting waste was the aim of the present work. The chemical silage was prepared with 2 % of sulfuric acid 98 % and 1 % formic acid (w/v) and the biological silage with 15 % of sugar cane molasses and 3 % of yogurt (*Lactobacillus acidophilus*) (w/w) and stored for 30 days. The results showed that both silages have all fatty acids from raw material, with 60 % value of unsaturated acids. The oleic acid (18:1ω9) was higher concentration (30,2 %) followed by the palmitic acid (18:0) (27,4 %) and linoleic acid (18:2ω6) (16,8 %). The indexes of iodo (878 mg/g), saponification (194,5 mg KOH/g) and free fatty acids (3,4 %) were compatibles with the data in the literature. The value of peroxid resulted low and indicated fermented waste presented fewer tendencies to oxidize.

Keywords: fatty acid, fish silage, lipid fraction.

INTRODUCCIÓN

El deseo de producir dietas con proteína de origen animal para el cultivo de peces condujo al desarrollo de diferentes tecnologías que permitieron reciclar los desechos biológicos. El aprovechamiento de los residuos pesqueros por tecnologías simples y relativamente económicas como el ensilaje (conservación en medio ácido), fue la opción que permitió mejorar la calidad de las dietas vegetales para la piscicultura de agua dulce en Cuba.

Según la NRC (1993), la composición química es uno de los indicadores fundamentales para evaluar el valor nutricional de ingredientes o dietas. Diferentes trabajos (Gerón *et al.*, 2007; Llanes *et al.*, 2011) consignaron que los ensilajes de residuos del fileteado de tilapias presentaron altos niveles de proteínas (hasta 45,9 g/100 g materia seca) con una calidad nutricional acorde con los requerimientos de aminoácidos que estableció la NRC (1993) para tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*.

Por esto, el objetivo de este trabajo fue determinar la composición y los índices de identificación y calidad

de la fracción lipídica de los ensilajes (químico y biológico) de residuos del fileteado de tilapias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Nutrición de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas en La Habana. Se utilizaron residuos del fileteado de tilapias, los que se molieron en una máquina de carne JAVAR 32. Para preparar el ensilaje químico (EQ) se utilizó 2 % de ácido sulfúrico 98 % (p/v) y 1 % de ácido fórmico (p/v) adquiridos en la firma comercial MERCK y el ensilaje biológico (EBL) con 15 % de miel final (p/p) y 3 % de yogurt, *Lactobacillus acidophilus* (1×10^7 UFC/g) como cultivo de bacterias ácido-lácticas (Llanes *et al.*, 2011). Los silos se realizaron por triplicados y se almacenaron en tanquetas plásticas con tapas por 30 días.

Los aceites de los residuos frescos y ensilajes se extrajeron por el método de Bligh & Dyer (1959). Los ácidos grasos (AG) se determinaron en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard modelo HP6890 GC System, equipado con un detector FID y una columna SP2380 (30 m de largo, 0,25 mm diámetro interno, 0,20 µm

espesor de film), con helio como gas transportador, después de la esterificación en metanol/ácido sulfúrico, según Hartman & Lago (1973).

El valor peróxido se determinó iodometricamente por la técnica 965.33, el contenido de ácidos grasos libres se expresó en porcentaje de ácido oleico y se determinó por la técnica 940.28, el índice de lodo por la 920.159 y el índice de saponificación por la 920.160, descritas en los procedimientos de la AOAC (1995).

Los valores promedios de los indicadores de identificación y calidad de los aceites se analizaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple por medio del software estadístico INFOSTAT versión 1.0 (Balzarini *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de ácidos grasos (TABLA 1) reveló que los silos de residuos del fileteado de tilapia poseen todos los AG prevalecientes en la materia prima y muestran la buena calidad de la fracción lipídica aunado por las altas concentraciones de ácidos grasos insaturados, importante en la nutrición de peces.

TABLA 1. Composición de ácidos grasos (g/100 g de grasa) de los residuos de tilapias y sus ensilajes

| Nombre | Fórmula | Residuos frescos | Ensilaje químico | Ensilaje biológico |
|---------------------------|-------------|------------------|------------------|--------------------|
| Ácido mirístico | C14:0 | 3,32 | 3,56 | 3,26 |
| Ácido n-pentadecanoico | C15:0 | 0,66 | 0,59 | 0,51 |
| Ácido palmítico | C16:0 | 26,52 | 29,19 | 25,53 |
| Ácido palmitoleico | C16:1 | 8,46 | 8,94 | 8,42 |
| Ácido margárico | C17:0 | 0,72 | 0,56 | 0,90 |
| Ácido esteárico | C18:0 | 5,93 | 7,01 | 5,82 |
| Ácido oleico | C18:1 (n-9) | 31,15 | 28,96 | 31,49 |
| Ácido linoleico | C18:2 (n-6) | 15,20 | 16,32 | 17,38 |
| α Ácido linolénico | C18:3 (n-3) | 2,11 | 2,12 | 2,76 |
| Ácido linolénico | C18:3 (n-6) | 0,62 | 0,71 | 0,80 |
| Ácido araquídico | C20:0 | 1,12 | 1,30 | 0,98 |
| Ácido di-homolinolenico | C20:3 (n-3) | 0,58 | 0,24 | 0,79 |
| Ácido eicosapentanoico | C20:5 (n-3) | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Ácido docosahexaenoico | C22:6 (n-3) | 0,26 | 0,12 | 0,23 |
| Ácidos grasos saturados | - | 38,27 | 42,21 | 37,00 |
| Ácidos grasos insaturados | - | 58,39 | 57,42 | 62,63 |

Nota: Los valores presentados corresponden a una muestra/ingrediente.

Se identificaron 14 AG y los principales fueron el oleico (30,22 %), palmítico (27,36 %), linoleico (16,85 %) y palmítoleico (8,68 %), los cuales representaron el 83 % del total.

Las concentraciones de AG insaturados fueron altas (60 %) en ambos ensilajes y el material crudo, destacándose el ácido oleico, que es muy abundante en el aceite de oliva (hasta 75 %), pero igual que en otros aceites de origen animal nunca excede del 40 %.

De los AG saturados, el palmítico presentó el valor más alto similar a lo reportado en otros ensilajes de residuos de tilapias (Gerón *et al.*, 2007; Vidotti *et al.*, 2011). Este AG está ampliamente distribuido en la naturaleza y presente a lo largo de toda la cadena alimentaria. Además, forma parte de la composición de numerosos aceites de animales y plantas acuáticas, actuando como precursor de AG insaturados y saturados de cadenas largas.

La proporción de AG saturados e insaturados difieren según la materia prima que se utilice en su elaboración, de tal forma que al evaluar el ensilaje químico de fauna acompañante Espíndola-Filho (2002) encontró mayor cantidad de AG saturados que insaturados y lo atribuyó a la presencia de camarones *Farfantepenaeus brasiliensis* en el material que ensiló. Resultados que coincidieron con Vidotti *et al.* (2008) con residuos de ranas. Sin embargo, con vísceras de tilapias estos mismos autores reportaron un comportamiento inverso, similar a lo obtenido por Santana-Delgado *et al.* (2008) con macarelas (*Scomberomorus maculatus*) fuera de talla comercial.

En relación con los AG de la serie linolénica (ω -3) y linoleica (ω -6), se encontró mayores concentraciones de ω -6 que se puede relacionar con la composición de las dietas de las tilapias que contienen ingredientes derivados de oleaginosas (harina y aceite de soya), ricos en este ácido graso. Mientras, los ω -3 permiten un grado mayor de insaturación, requisito indispensable para una mayor fluidez, flexibilidad y permeabilidad de las membranas a bajas temperaturas, por lo que se encuentran en mayor concentración en peces marinos y de aguas frías por las bajas temperaturas del medio (Bureau, 2004).

De ahí que los aceites extraídos de peces marinos, hígado de bacalao y sardinas fueron fuentes ricas en AG ω -3; cuyos contenidos en ácidos eicosapentaenoico (20:5 ω -3, EPA) y docosahexanoico (22:6 ω -3, DHA) representaron más del 20 % del total de AG (Bureau, 2004). Así mismo, Vidotti *et al.* (2002) reportaron que los silos de pescados marinos presentaron elevados niveles de ácido erúcico 22:1 ω -9 (6,7 %) y DHA (11,1 %) en relación con los de agua dulce (0,3 y 1,3 % respectivamente), resultados que se correspondieron con este

trabajo al utilizar residuos de tilapias con apenas trazas (menor que 0,3 %) para los ácidos grasos poliinsaturados.

La esencialidad de los ω -6 para tilapia se estudió en muchas especies (NRC, 1993), pero aún está por determinar la importancia de los ácidos grasos ω -3 en la dieta de estos peces. Un trabajo de Lim *et al.* (2008) evidenció que las tilapias del Nilo tienen requerimientos para ambos, aunque los ω -6 parecieron tener mejor efecto promotor del crecimiento que los ω -3.

En peces se demostró la competencia entre los AG ω -6 y ω -3 como sustrato de varias enzimas implicadas en el metabolismo de los lípidos, de ahí la importancia en el equilibrio ω -6/ ω -3 en las dietas de engorde para tilapias. Además, la disminución de las concentraciones dietéticas de estos AG puede traer malformaciones y alteraciones en la calidad de las ovas y las larvas (Bureau, 2004), baja respuesta del sistema inmunológico (Lim *et al.*, 2008) y afectar el valor nutricional del pescado para la alimentación humana.

La compañía internacional Aller Aqua Group (www.aller-aqua.com) que produce alimentos comerciales para los cultivos intensivos de peces en Europa, incluye aceite de pescado (rico en ω -3) en las dietas de tilapias. Por tanto, al incluirse el ensilaje de residuos de tilapia cuyo contenido de ácido linoleico (C18:2 ω 6) fue 16,85 %, se puede garantizar el suministro de las necesidades diarias (0,5-1 %) que estableció la NRC (1993) para tilapias del Nilo, así como el aporte de una pequeña cantidad de ω -3.

Los aceites de soya y girasol son normalmente los que se adicionan a las raciones de los peces omnívoros con la finalidad de aumentar el valor calórico de la ración. Así, el aceite de los ensilajes de pescado se podría utilizar en sustitución de estos aceites principalmente por el bajo costo y contenido de AG insaturados disminuyendo la competencia con el consumo humano. De hecho, Hertes *et al.* (2010) reportaron una digestibilidad de 76,30 % para el aceite de soya en juveniles de tilapias del Nilo, que resultó inferior a la que informaron Llanes *et al.* (2011) para la fracción lipídica de ensilajes de residuos de tilapia (87,1 %) en alevines de tilapias rojas (*Oreochromis sp.*).

El iodo y la saponificación de la fracción lipídica (TABLA 2) como índices del grado de insaturación de los AG y materia saponificable respectivamente, presentaron composiciones afines para ambos silos, dado que se utilizó la misma materia prima y no hubo influencia de las metodologías de ensilaje. Los valores encontrados en este estudio son característicos de peces de agua dulce y coinciden con los informados por Vidotti & Sampaio (2006) en aceites extraídos de silos de residuos de tilapias (880 mg/g de iodo y 197 mg KOH/g de saponificación).

TABLA 2. Índices de identificación y calidad del aceite de los ensilajes de residuos de tilapias

| Índices de calidad | Ensilaje químico | Ensilaje biológico | EE(±) Sig |
|---|------------------|--------------------|-----------|
| Índice de iodo (mg/g) | 871 | 887 | ± 0,02 |
| Índice de saponificación (mg KOH/g) | 195 | 194 | ± 0,02 |
| Ácidos grasos libres (g/100 g) | 2,8 | 3,9 | ± 0,07 * |
| Índice de peróxido (meq O ₂ /kg) | 4,9 | 0,9 | ± 0,84 ** |
| Olor | No rancio | No rancio | |

**p < 0,01 *p < 0,05

Los índices de calidad (ácidos grasos libres, AGL y peróxido) variaron en función del procesamiento (TABLA 2). Los residuos fermentados sufrieron un proceso hidrolítico más intenso que resultó con un mayor contenido de AGL y se puede relacionar con una ruptura más efectiva de las cadenas de triglicéridos por la acción de los microorganismos del medio que libera grandes cantidades de AG que están dispersos en toda la fracción lipídica, mientras los acidificados (EQ) a pesar que hubo una mayor ruptura de las estructuras celulares y micelas lipídicas por la adición directa de los ácidos, los triglicéridos se preservaron mejor por el bajo valor del pH.

Según Bureau (2004), los aceites de pescado de buena calidad deben tener valores de peróxidos menores que 10 meq O₂/kg de aceite. De ahí que los valores que se encontraron en este trabajo (TABLA 2) fueron satisfactorios y se puede atribuir a que las grasas en los silos están inmersas en el agua y por tanto se reduce el contacto con el dioxígeno del aire. Las diferencias significativas que se encontraron ($p < 0,01$) entre los silos evidencia que las condiciones de anaerobiosis del medio (EBL) retardan el proceso oxidativo de los AG poliinsaturados. Estos resultados sugieren que los ensilajes por fermentación láctica son menos susceptibles a los procesos oxidativos que por acidificación.

CONCLUSIONES

1. Los ensilajes químico y biológico de residuos del fileteado de tilapias presentaron todos los ácidos grasos prevalecientes en la materia prima, predominando los insaturados (60 %), importantes para la nutrición de peces.
2. Los ácidos grasos de mayor concentración fueron el oleico (C18:1ω9), palmítico (C16:0) y linoleico C18:2ω6.

3. Los índices de calidad del aceite de los silos de residuos de tilapia almacenados durante 30 días indicaron que están aptos para la alimentación de peces comerciales.
4. Los aceites de los residuos pesqueros fermentados presentaron menor riesgo de procesos oxidativos que los acidificados.

REFERENCIAS

- AOAC (1995). *Official Methods of Analysis* (15 ed.). Washington. Association of Official Analytical Chemists. Official Method 940.28. Fatty Acids (Free) in Crude and Refined Oils. Titration Method.
- AOAC (1995). Official Method 965.33. Peroxide Value of Oils and Fats. Titration Method.
- AOAC (1995). Official Method 920.159. Iodine Absorption Number of Oils and Fats. Wijs Method.
- AOAC (1995). Official Method 920.160. Saponification Number (Koettstorfer Number) of Oils and Fats. Titrimetric Method.
- Balzarini, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., González, I. A., Robledo, C. W. & Tablada, M. E. (2001). *Software estadístico INFOSTAT. Manual de usuario, Versión 1*. Córdoba. Argentina.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiology*, 37 (8), 911-917.
- Bureau, D. P. (2004). Animal fats as aquaculture feed ingredients. *International AQUAFEED*, 7 (1), 33-35.
- Espíndola Filho, A. (2002, agosto). Aprovechamientos de residuos sólidos de peces, camarones y bivalvos como ingredientes de raciones para acuicultura. Ponencia presentada en el XVIII Congreso Brasileiro de Ciencias y Tecnologías de Alimentos. Porto alegre-RS, Brasil.
- Gerón, L. J., Zeoula, L., Meire, R., Matsushira, M., Kasama, R., Ferreira, S. & Fereli, F. (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.
- Hartman, L. & Lago, R. A. (1973). A rapid Preparation of fatty acid ethy esters from lipids. *Laboratory Practice*, 22 (8), 475-476.
- Hertes, D., Rogério, W., Anne, L., Andressa, T., Wolff, G. & Feiden, A. (2010, septiembre). Energía digestible del aceite de soya para tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en fase de terminación. Ponencia presentada en el II Simposio Nacional de Ingeniería de Pesca y XII Semana Académica de Ingeniería de Pesca. Sao Paolo, Brasil.
- Llanes, J., Toledo, J., Savón, L. & Gutiérrez, O. (2011). Evaluación nutricional de ensilajes de residuos pesqueros para la alimentación de tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 28 (2), 10-14.
- Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Allen Davis, D. & Klesius, P. (2008). Effects of varied dietary lipid sources tested in tilapia study. *GLOBAL AQUACULTURE ADVOCATE*, May/June, 68-70.
- NRC (1993). Nutrient Requirement of Fish. Committee on Animal Nutrition, Board of Agriculture, National Research Council. Washington, D.C.: National Academic Press.
- 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 Tecnology*, 141, 129-132.
- Vidotti, R. M., Macedo, E. M. & Carneiro, D. J. (2002, agosto): Producción y caracterización de la fracción lipídica de ensilajes de pescados. Ponencia presentada en el XVIII Congreso Brasileiro de Ciencias y Tecnologías de Alimentos. Porto alegre, Brasil.
- Vidotti, R. M. & Sampaio, G. S. (2006). Produção e caracterizacão de silagem, farinha e oleo de tilapia e sua utilizacao na alimentacao animal. Disponible en: www.pesca.sp.gov.br
- Vidotti, R. M., Sampaio, G., Verardino, M., Alves de Souza, M. & Santa Rosa, M. J. (2008, Julho). Produção e caracterização de silagens ácidas de resíduos do processamento de rãs e vísceras de tilápias. Ponencia presentada en la 45^a Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Lavras, Brasil (CD-ROM).
- Vidotti, R. M., Bertoldo, M. T. & Sampaio, G. (2011). Characterization of the oils present in acid and fermented silages produced from Tilapia filleting residue. *Rev. Bras. Zootec.*, 40 (2), 240-244.