

## ENSILADO BIOLÓGICO DE DESECHOS PESQUEROS CON EL EMPLEO DE RECURSOS LOCALES

Milagros Marrero, J.L. López, Lilian Leiva, Miriam Blanco, Ana Lidia Sorís e Hilda Sánchez

Centro de Investigaciones en Bioalimentos. Carretera a Patria km 1.5, Morón, Código Postal 67 210, Morón, Cuba  
email: milagros@ciba.fica.inf.cu, jorge@ciba.fica.inf.cu

### RESUMEN

*Con el objetivo de proponer opciones de conservación más eficientes y estables del residuo de pescado se preparó un ensilado biológico añadiendo un 40 % (p/p) de residuos de pescado, 3% (p/p) de inóculo de yoghur y como sustratos fermentables se usaron combinaciones de harina de maíz y yuca (*Manihot esculenta*) o boniato (*Ipomoea batatas*), en cantidades tales que permitieron lograr tenores de alrededor de un 37-38% de MS, para cuyos ajustes finales se utilizó el método del cuadrado simple de Pearson.*

*Se controló el comportamiento de los principales indicadores fermentativos y organolépticos durante 36 días de conservación. Al inicio del proceso se observaron diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) entre el valor del pH de los ensilados de yuca o boniato, mientras que a los 36 días estas diferencias se hicieron menos perceptibles ( $P < 0.05$ ). El análisis de regresión mostró que existe una relación altamente significativa ( $P < 0.001$ ), entre la producción de ácidos grasos de cadena corta totales y el tiempo transcurrido. Para la yuca se produjeron aumentos de 0.094 mmol/100 g por día, mientras que el boniato manifestó incrementos diarios de 1.420 mmol/100 g de ensilado.*

*Los ensilados de pescado elaborados con yuca y boniato como sustratos fermentables presentaron características organolépticas diferentes, pero sin ningún indicativo de descomposición. El estudio de los parámetros fermentativos en el proceso de ensilado biológico empleando la yuca y el boniato como sustratos fermentables e inoculando bacterias ácido-lácticas del yoghurt permiten una estabilidad durante su almacenamiento, lo que resulta una alternativa para el aprovechamiento de los desechos de las industrias procesadoras de pescado a escala artesanal.*

**Palabras claves:** ensilado, residuos de pescado, parámetros fermentativos, características organolépticas

**Título corto:** Ensilado de residuos pesqueros

## BIOLOGICAL SILAGE OF FISH RESIDUES BY USING LOCAL RESOURCES

### SUMMARY

*In order to propose more efficient and stable conservation options of ensiled fish waste a biological silage was prepared by adding 40% (w/w) of fish waste, 3% (w/w) of inoculum of yoghurt. The fermentable substrates were combinations of maize and cassava (*Manihot esculenta*) meal or sweet potato (*Ipomoea batata*), in amounts that produced values with approximately 37-38% of DM. The final adjustment of this parameter was made according to the Pearson's simple square method.*

*The performance of fermentative and organoleptic indicators during 36 days of storage was controlled. Significant differences ( $P < 0.001$ ) between the pH value of silage cassava and sweet potatoes were observed at the beginning of the process, while at 36 days these differences decreased ( $P < 0.05$ ). Regression analysis revealed a highly significant relationship ( $P < 0.001$ ), between the production of short chain fatty acids and total elapsed time. For cassava silage increases of 0.094 mmol/100 g per day took place, while the sweet potato showed increments were of 1.420 mmol/100 g daily of silage.*

*Fish silage elaborated from cassava and sweet potato as fermentable substrates showed different organoleptic characteristics, but no indication of decomposition was observed. The study of fermentation parameters during biological ensilage process using cassava and sweet potato as fermentable substrates and inoculating lactic acid bacteria of yoghurt allow stability during storage, which is an alternative for fish processing factories to use the fish waste at local level.*

**Key words:** silage, fish residues, fermentative parameters, organoleptic characteristics

**Short title:** Ensilage fish residues

## INTRODUCCIÓN

Las restricciones de orden ambiental y económico en la producción de alimento animal han propiciado la necesidad de utilizar subproductos reciclables de origen animal y vegetal. En Cuba un volumen importante de residuos se obtiene de la acuicultura y la pesca.

El ensilado es un método de conservación con alto contenido de humedad, que se fundamenta en la fermentación ácido láctica bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias ácido lácticas, propias del material a ensilar y las inoculadas, fermentan los carbohidratos solubles, produciendo principalmente ácido láctico y, en menor grado, ácido acético (Fagbenro y Jauncey 1995). El éxito del proceso fermentativo que ocurre en los ensilados depende, principalmente, de una cantidad suficiente de bacterias ácido lácticas y de una concentración adecuada de carbohidratos solubles; de esta manera, el pH se mantiene bajo y el ensilado se preserva mejor (Raa 1982; Viana et al 1993).

Los inóculos bacterianos promueven una fermentación rápida y eficiente de los materiales ensilados, lo cual incrementa la calidad y cantidad del producto final, presentando como ventajas, su bajo costo, la seguridad en su manejo, así como el hecho de no contaminar el ambiente (Vidotti et al 2002).

Este trabajo tuvo como objetivo proponer las opciones de conservación más eficientes y estables del pescado en forma de ensilaje biológico, describiendo el comportamiento de los fundamentales indicadores fermentativos y organolépticos durante el proceso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante los meses de octubre a diciembre del 2007. El producto no fermentable utilizado para la confección del ensilado fue obtenido a partir de los desechos del procesamiento y fileteado de la pesca comercial (cabezas, espinas, cola, piel y vísceras), los cuales se colectaron en bolsas plásticas limpias y luego fueron molidos en un molino de martillo de fabricación artesanal. Una vez molidos se homogenizaron con una paleta metálica.

Para la preparación del ensilado biológico (EBL) se añadió un 40% en peso, de residuos de pescado y como sustratos fermentables se utilizaron combinaciones de harina de maíz con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) o boniato (*Ipomoea batatas* (Lam) L). Los sustratos fermentables frescos se lavaron con agua común, retirando la contaminación por tierra y seguidamente se molinaron en un molino de martillo empleando una rejilla con orificios de salida de 0.50 mm y se adicionaron al ensilado en cantidades tales que permitieron lograr valores de MS parcial alrededor de un 37-38%.

Las cantidades que se incluyeron de sustratos fermentables fueron ajustadas a través del método del cuadrado simple de Pearson. Se adicionó además un 3% en peso, de yoghurt comercial, como fuente de *Lactobacillus acidophilus* y de *Streptococcus thermophilus*, como cultivo de bacterias ácido-lácticas.

La mezcla final del ensilado biológico se preparó de forma manual en bandejas metálicas rectangulares, limpias y

desinfectadas con alcohol etílico al 70%. Cada componente se pesó en balanza técnica y se dispusieron en cantidades de 200 g en bolsas plásticas garantizando tres réplicas para cada muestra. Dichas bolsas se almacenaron a temperatura ambiente que osciló entre 28 y 29°C durante 36 días.

Se midió el pH con un electrodo de vidrio en un potenciómetro de una precisión de  $\pm 0.01$ ; se realizaron lecturas a los 0, 3, 6, 16, 26 y 36 días de fabricado el ensilado. Se determinó además el contenido de materia seca parcial y de ácidos grasos volátiles totales. También se examinaron las características organolépticas mediante evaluaciones sensoriales de olor, humedad y consistencia del producto, según la metodología propuesta por Ojeda (1991). Al cabo de los 36 días de almacenamiento se le realizó un análisis bromatológico al ensilado preparado con boniato y yuca, según los procedimientos descritos por la AOAC (1995).

A los valores promedios de los indicadores químicos registrados se les realizaron pruebas de ajuste de distribución normal y prueba t para muestras no relacionadas (Snedecor y Cochran 1989).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características organolépticas

Entre las características organolépticas valoradas (olor, humedad, textura), el indicador color no se tuvo en cuenta en este experimento, ya que los distintos sustratos usados aportaron tonalidades diferentes, enmascarando su valoración, aunque se puede señalar de forma general que los residuos de pescado, inicialmente después de molinados, presentaron un color pardo-rojizo, de tonalidad oscura, con un olor fuerte a pescado y una consistencia pastosa. Las características organolépticas presentadas al cabo de los 36 días de almacenamiento fueron similares, respecto al olor en ambos tratamientos presentaron un ligero olor a vinagre y pescado mucho menos pronunciado que en los días iniciales. Estos resultados coinciden con los de Bertullo (1992), Páez et al 1997, Bello et al (1993) y Bello (1994), quienes informaron sobre ensilados biológicos a base de pescado con una consistencia de pastosa a líquida, y un olor ácido suave, propio de un ensilado que clasifica como de buena calidad. Adicionalmente, el olor percibido durante el experimento indicó que en ambos ensilados no existieron indicios de procesos de descomposición.

En cuanto a la humedad, se observó que los indicadores sensoriales no fueron iguales para ambos ensilados. El que se preparó con yuca no logró humedecer las manos cuando se comprimió dentro del puño con una presión normal, es decir, se mantuvo suelto presentando una textura de fácil separación, mientras que el preparado con boniato presentó una textura más untuosa y humedeció ligeramente las manos al tacto, lo que concuerda con los resultados de Vidotti et al (2002).

### Contenido de nutrientes

El contenido de nutrientes en los ensilados de pescado que se prepararon con yuca o boniato se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1. Contenido de nutrientes en el ensilado de residuos de pescado hechos con yuca o boniato ( %, base seca)**

	Pescado ensilado +	
	Yuca	Boniato
<b>Materia seca</b>		
In natura	38.31	37.23
Residual	97.72	97.17
Cenizas	10.01	13.21
Materia orgánica	89.99	86.79
FDN	6.88	7.23
Nx6.25	15.53	23.53

En la tabla 2 se muestran los valores de MS parcial logrados al inicio del experimento para la yuca y el boniato, que fueron de 38 y 37%, respectivamente, ambos en el rango óptimo de valores (30 y 35%) necesarios para lograr una conservación adecuada y considerados satisfactorios como punto de partida, pues este indicador es importante como controlador de la calidad del proceso fermentativo.

**Tabla 2. Valores de MS in natura (%) alcanzados en el proceso de ensilado de pescado con yuca o boniato**

Días	Pescado ensilado +		EE ±
	Yuca	Boniato	
n <sup>1</sup>	3	3	-
0	38.31	37.23	0.26
3	38.26	35.88	0.21**
6	38.16	35.36	0.15**
10	37.15	33.75	0.24**
16	36.84	33.09	0.17**
26	36.54	32.03	0.36**
36	35.29	30.49	0.53*

<sup>1</sup> Tres réplicas en cada tiempo de medición

\* P<0.05; \*\* P<0.01

Backhoff (1976) y Muck (1988), han señalado que cuando el contenido de MS en el material a ensilar sobrepasa el 25% se reduce tanto el nivel de efluentes, como las pérdidas de carbohidratos por esta vía y además, que dichos valores de MS disminuyen las pérdidas por respiración, lo que permite un predominio de las bacterias ácido-lácticas y un pH adecuado.

#### Características fermentativas

En el análisis de regresión realizado a partir de los resultados obtenidos durante los 36 días del proceso de conservación para la concentración de MS ( y ) se evidenció que existió para ambos sustratos fermentables una relación altamente significativa (P<0.001) en función del tiempo de ensilado ( x ),

$$y(\text{yuca}) = 38.372 - 0.083 x, (\text{Syx} = \pm 0.238; R^2 = 0.945; P < 0.001)$$

$$y(\text{boniato}) = 36.378 - 0.173x, (\text{Syx} = \pm 0.488; R^2 = 0.941; P < 0.001)$$

En el caso de la yuca, por cada día transcurrido se produjo un descenso de la MS de 0.083% y para el boniato el ritmo de decrecimiento diario se ubicó en un 0.173%, esta disminución en ambos casos pudo estar condicionada por el alto contenido

de vísceras que elevan el nivel de proteólisis, originando mayor líquido por la hidrólisis de las proteínas. Esto coincide con los resultados alcanzados por Berenz (1998) sobre la licuefacción por la liberación de agua de los tejidos por ruptura hidrolítica proteica.

En el contenido del total de ácidos grasos de cadena corta existió un incremento paulatino en su valor; a medida que transcurrieron los 36 días de almacenamiento. Se notaron valores superiores en el boniato, lo que se puede explicar por la mayor cantidad de carbohidratos solubles que presenta este alimento, en comparación con la yuca.

El análisis de regresión mostró que existió una relación altamente significativa (P<0.001) entre la producción de ácidos grasos de cadena corta totales ( y ) y el tiempo transcurrido ( x ).

$$y(\text{yuca}) = 7.670 + 0.949 x, (\text{Syx} = \pm 2.608; R^2 = 0.974; P < 0.001)$$

$$y(\text{boniato}) = 8.0976 + 1.420 x, (\text{Syx} = \pm 3.910; R^2 = 0.969; P < 0.001)$$

Para la yuca, se produjeron aumentos de 0.094 mmol/100 g por día, mientras que el boniato manifestó incrementos diarios de 1.420 mmol/100 g de ensilado. En ambas variantes se obtuvieron condiciones adecuadas de fermentación a causa del incremento de los ácidos grasos de cadena corta totales.

Stefanie et al (1999), han señalado que dentro de los ácidos orgánicos formados durante la fermentación, el más importante es el ácido láctico, por la alta acidez que induce en el medio y además por ser el resultado del metabolismo de las bacterias más eficientes y adaptadas entre todas las presentes en los silos, lo que permite cumplir una acción bactericida, conservando mejor el material. Los principales factores que afectan la concentración de ácido láctico son el contenido de carbohidratos solubles presentes en el ensilado unido a la capacidad amortiguadora que posea (Muck 1988).

Adicionalmente es conocido que para obtener una adecuada fermentación láctica se necesita la presencia de tres elementos un medio ambiente anaeróbico, un sustrato adecuado para las bacterias ácido-lácticas y una suficiente cantidad de bacterias de este tipo. De allí la necesidad de la presencia de azúcares fermentables en los ensilados (Pezo 1981; Ojeda 1986; Jaster 1995), con el propósito de que se estimule el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas. Los resultados de este trabajo indican que la adición de fuentes de carbohidratos amiláceos, como los contenidos en la yuca y el boniato, resultan apropiados para lograr una adecuada fermentación, siempre y cuando se inoculen con bacterias lácticas.

En la tabla 3 se aprecia que al inicio del proceso de ensilado, no se pudieron hallar diferencias significativas entre los valores de AGV totales de los silos preparados con yuca o boniato como sustratos fermentables. Sin embargo, a partir de los 16 días se encontraron diferencias significativas (P<0.05; P<0.01) entre los tratamientos. resultados están en correspondencia con los hallados por Vidotti (2001) y Vidotti et al (2002).

El descenso de los valores del pH, provocado por el incremento de los ácidos orgánicos, continuó hasta el día 16, a partir del cual se estabilizó por varios días y después comenzó

a aumentar paulatinamente. Este incremento del pH se debió posiblemente a un mecanismo de autocontrol dinámico, estando en disponibilidad de continuar produciéndose ácido cuando aumentaba el pH por incremento de compuestos nitrogenados, que son producto del crecimiento o desarrollo de microorganismos distintos de los ácido-lácticos.

**Tabla 3. Valores de AGCC totales (mmol/100 g en base seca) alcanzados en el proceso de ensilado de pescado con yuca o boniato como sustrato fermentable**

Días	Pescado ensilado +		EE ±
	Yuca	Boniato	
n <sup>1</sup>	3	3	-
0	8.85	10.66	0.76
3	11.69	12.67	0.51
6	13.24	14.69	0.52
10	16.31	18.80	1.23
16	19.20	30.53	1.47*
26	34.16	50.19	0.70**
36	42.33	56.89	0.75**

<sup>1</sup> Tres réplicas en cada tiempo de medición

\* P<0.05; \*\* P<0.01

El ensilado preparado con yuca mostró una tendencia a incrementar el pH después de transcurridos 26 días del proceso, probablemente debido a que no existían reservas de azúcares fermentables disponibles o accesibles para el desarrollo de las bacterias ácido-lácticas, no siendo así para el ensilado preparado con boniato, donde la tendencia fue a mantener los valores de pH en el rango de 4.5 unidades.

En la tabla 4 se puede apreciar que existieron diferencias significativas (P<0.001) entre los valores de pH de los ensilados de yuca o boniato en el punto de partida del proceso, mientras que a los 36 días disminuyó este efecto.

**Tabla 4. Valores de pH alcanzados en el proceso de ensilaje de pescado utilizando yuca o boniato como sustrato fermentable**

Días	Pescado ensilado +		EE ±
	Yuca	Boniato	
n <sup>1</sup>	3	3	-
0	6.49	6.17	0.99
3	4.57	4.52	0.05
6	4.46	4.39	0.03
10	4.52	4.39	0.01**
16	4.60	4.51	0.01**
26	4.68	4.58	0.03
36	4.76	4.59	0.03*

<sup>1</sup> Tres réplicas en cada tiempo de medición

\*P<0.05; \*\*P<0.01

En conclusión los ensilados de pescado elaborados con yuca y boniato como sustratos fermentables presentaron características organolépticas (olor, humedad y textura) diferentes, pero sin ningún indicativo de descomposición. Se observaron mejores resultados en los indicadores fermentativos del ensilado preparado con boniato que con la yuca.

El estudio de los parámetros fermentativos en el proceso de ensilado biológico empleando la yuca y boniato como sustratos fermentables e inoculando bacterias ácido-lácticas del yoghurt, permiten una estabilidad durante su almacenamiento. Utilizar yuca o boniato como sustrato fermentable en la preparación de ensilados biológicos puede ser una alternativa para el aprovechamiento de los desechos de las industrias procesadoras y conserveras de pescado a escala artesanal.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento por el financiamiento del programa territorial "Producción sostenible de alimento de origen animal" de la Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en Ciego de Ávila a través del proyecto: PT05CGO0824.

## REFERENCIAS

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists (16th edition). Washington, District of Columbia, pp 1 465
- Backhoff, H.P. 1976. Some chemical in fish silage. Journal of Feed Technology, 11:353-363
- Bello, R. 1994. Experiencias en el ensilado de pescado en Venezuela. In: Tratamiento y Utilización de los Residuos de Origen Animal, Pesquero y Alimentario en la Alimentación Animal (V. Figueroa y M. Sánchez, editores). Estudios FAO de Producción y Sanidad Animal No. 134. Roma, p 1-13
- Bello, R., Cardillo, E. y Martínez, R. 1993. Estudios sobre la elaboración de ensilados microbianos a partir de pescado eviscerado. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 43:221-227
- Berenz, Z. 1998. Ensilado de residuos de pescado. En: XIV Curso Internacional de Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Lima, p 17-33
- Bertullo, E. 1992. Ensilado de pescado en la pesquería artesanal. In: Consulta de Expertos sobre Tecnologías de Productos Pesqueros en América Latina. Montevideo. pp. 49
- Fagbenro, O. y Jauncey, K. 1995. Water Stability, Nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. Aquaculture Engineering, 14:143-153
- Jaster, E. 1995. Legume and grass silage preservation. In: Post-harvest Physiology and Preservation of Forages. (K. Moore, editor). pp. 57
- Muck, R. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. Journal of Dairy Science, 71:2992-3002
- Ojeda, F. 1986. Estudio de los aditivos químicos para la conservación como ensilajes de cuatro gramíneas tropicales. Tesis DrSci Agropecuarias. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. San José de las Lajas. pp. 224

Ojeda, F., Cáceres, O. y Esperance, M. 1991. Conservación de Forrajes. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Pp. 80

Paez, P., Vázquez, N. y Martínez, A. 1997. Eficaz método para conservar pescado mediante la fermentación. Revista UNCAM (México), pp 20-25

Pezo, D. 1981. Ensilajes de forrajes tropicales. In: Producción y Utilización de Forrajes en el Trópico. Centro de Agronomía Tropical, Investigación y Entrenamiento (CATIE). Turrialba, p 141-154

Raa, J. y Gildberg, A. 1982. Fish silage. A review. CRC Crit. Food Science Nutrition, 16:343-419

Stefanie, J., Driehuis, F. y Gottschal, J. 1999. Silage fermentation processes and their manipulation. FAO Electronic Conference on Tropical Silage. Versión electrónica disponible in: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agpc/gp/silage/contents.htm>

Snedecor, G.W. y Cochran, W.G. 1989. Statistical Methods (8th edition). Iowa University Press. Ames.

Viana, M.T., Nova, C. y Solana-Sansores, A. 1993. Acid fish silage. Effect of preheating and addition of phosphoric and citric acid on the biochemical quality of fish silage. Ciencias del Mar, 19:415-433

Vidotti, R.M. 2001. Produto e utilização de silagens de peixe na nutricio do piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Tesis Dr.Sci Universidade de São Paulo. São Paulo, pp. 59

Vidotti, R.M., Carneiro, D. y Macedo-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, 33:57-62