

## Obtención de ensilado biológico de desechos de pescado

Rafael Bello y Lisbeth Brito

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

**RESUMEN.** Los desechos del procesamiento de pescado fueron utilizados como materia prima en la elaboración de ensilado biológico, mediante la aplicación de tecnologías previamente descritas y utilizadas exitosamente en la elaboración de alimentos para animales. El proceso fue optimizado variando ciertos parámetros tales como: tamaño de molienda de los desechos de pescado, cantidad de melaza añadida, presencia y cantidad del inóculo de *Lactobacillus plantarum*, temperatura de incubación y adición de desechos de frutas tropicales como fuente de enzimas proteolíticas. Los resultados obtenidos, después de la elaboración y almacenamiento del ensilado por 90 días a temperatura ambiente, indican que aun cuando el inóculo no es imprescindible para la obtención del ensilado, es recomendable a fin de obtener un producto aceptable y estable. Un mínimo de 10% de desechos de frutas aceleran el proceso hidrolítico, el grado de molienda debe ser el más fino posible, la melaza no menor de 15% y la temperatura del proceso no debe exceder de los 40°C.

**SUMMARY.** *Biological fish silage obtained from fish scraps.* Fish waste from the fish processing industry were used as a raw material to produce biological silage. The technology used had been previously developed and tested to optimize the process. The degree of grinding, molasses concentration, process temperature, *Lactobacillus plantarum* inoculation, and utilization of tropical fruit wastes as a source of proteolytic enzymes were tested. Results indicated that after process and storage for 90 days at room temperature, a stable product is obtained by using no less than 15% of molasses and 10% of fruit waste, process temperature should be around 40°C, the fish have to be grind to a very small particle size, and microbial inoculation is necessary.

### INTRODUCCION

La industria del procesamiento de los productos pesqueros genera una elevada cantidad de desechos, que si no son utilizados causan una importante contaminación del medio ambiente. Las grandes industrias procesadoras que poseen convertidoras de harina no tienen este problema. Sin embargo el costo de inversión y funcionamiento de una planta procesadora de harina es elevado, sobre todo si la cantidad de desechos no es muy grande. Un método práctico y sencillo de utilizar estos desechos es mediante el ensilado. El ensilado biológico de pescado ha sido desarrollado desde hace mucho tiempo en los países nórdicos, pero su implementación en los países latinoamericanos aún no se ha realizado, pese a los trabajos de investigación, optimización y aplicación que se han realizado en la región (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). En este trabajo se presentan algunas modificaciones para optimizar el proceso de elaboración del ensilado de pescado a partir de los desechos, tanto de la industria pesquera como de la agroindustria.

### MATERIALES Y METODOS

**Materiales:** Pescado: como materia prima se emplearon residuos (cabezas, espinas, aletas, piel, vísceras) de las siguientes especies de pescados: atún (*Thunnus* s.p), sardina (*Sardinella anchovia*), cazón (*Mustelus* sp.) y merluza (*Merluccius hubbsi*). Los residuos fueron lavados con agua de grifo y cortados en pequeños trozos. Microorganismos: se utilizó una cepa liofilizada de *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014. Adicionalmente se utilizaron desechos de las siguientes frutas: piña (*Ananas comusus*) y papaya (*Carica papaya*). La melaza y el ácido fórmico se obtuvieron comercialmente.

**Métodos:** Físicos y Químicos: humedad, grasa cruda, proteína cruda (Micro-Kjeldhl), cenizas, acidez (expresado como ácido láctico): (8); pH; con potenciómetro; Trimetilamina (TMA), adicionando formalina (9) y Bases Volátiles Totales por método de microdifusión (BVT) (10), Nitrógeno No Proteico (NNP) por el método de Micro-Kjeldhl (8), precipitando previamente con ácido tricloroacético al 20% (11);

oxidación de grasas: mediante el ensayo con el ácido tiobarbitúrico (TBA), (12), modificado (13); consistencia: utilizando el consistómetro de Bosjtwick (cms/30 seg). **Microbiológicos:** conteo de aerobios mesófilos: recuento en placas por siembra en profundidad, por 48 horas a 32°C (14); conteo de hongos y levaduras: recuento en placas por siembra en superficie, en agar oxitetraciclina glucosa-levadura (OGY), por 5 días a temperatura ambiente (14). **Sensoriales:** estimación sensorial con un panel entrenado de seis miembros para evaluar atributos como: olor, color, aspecto, etc. **Proceso:** el proceso de elaboración del ensilado biológico se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento: molienda y mezcla de la materia prima (desechos de pescado); adición y mezcla con la fuente de carbohidrato y agente antimicótico, adición del microorganismo y cultivo iniciador, mezclado y envasado en contenedores cerrados y almacenamiento con agitación frecuente (5,6).

### RESULTADOS Y DISCUSION

A fin de conocer el efecto del grado de molienda del pescado y de la temperatura de incubación del proceso, los desechos del pescado fueron molidos a través de discos de 5 mm (fina) y 10 mm (gruesa) de diámetro, se les añadió 15% de melaza y 1% de inóculo, almacenándose a 25, 30, 35, 45 y 55°C. Se realizaron determinaciones de: pH, acidez, consistencia y estimación sensorial. Los resultados (Figuras 1 y 2) muestran descensos del pH hasta valores de 4 (excepto a 55°C).

Las variaciones del pH y acidez pueden ser producto de la distinta flora desarrollada según la temperatura de incubación. Los desechos de pescado contienen una variedad de microorganismos contaminantes que ejercen cambios en la composición del ensilado (19). El desarrollo de los microorganismos lácticos a 55°C parece verse afectado debido a la baja acidez y al elevado pH registrado. En relación al grado de molienda, no se observaron cambios significativos, aunque se registró un leve incremento en el acidez cuando se utilizó la molienda fina (5 mm). Se señala (15) que el tamaño de partícula afecta el proceso fermentativo, y (5) afirman que es necesario un tamaño mínimo de partícula que garantice el contacto entre el pescado y los ingredientes (5).

En cuanto a los valores de consistencia (Tablas 1 y 2) se observa que el proceso de licuefacción es más intenso en las muestras almacenadas a 35,45 y 55°C. Al elevar la temperatura se incrementa la hidrólisis, sin embargo hay otros factores involucrados, como la presencia de determinadas proteasas (16). Las estimaciones sensoriales mostraron que los ensilados poseen olores agradables a melaza y ácido, a excepción de los almacenados a 55°C que mostraron olores a melaza quemada. De esta experiencia se recomienda la molienda fina y temperatura del proceso de aproximadamente 40°C.

FIGURA 1

Valores de pH y acidez en ensilados de desechos de pescado elaborados con 1% de inóculo de *L. plantarum*, 15% de melaza, con molienda gruesa, almacenado a diferentes temperaturas de incubación (30°C, 35°C, 45°C, 55°C)

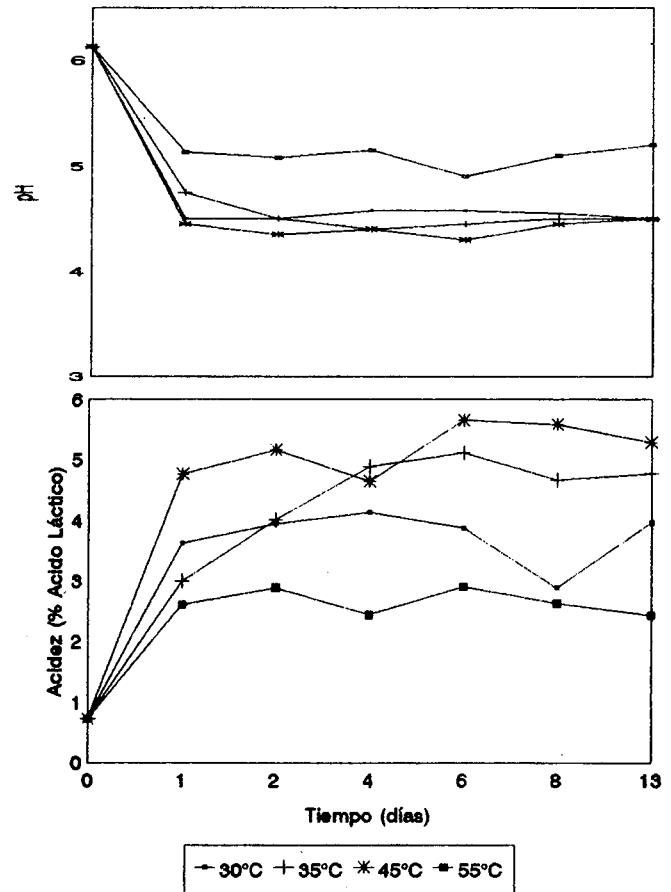


TABLA 1  
CAMBIOS EN LOS VALORES DE CONSISTENCIA EN ENSILADOS DE PESCADO ELABORADOS CON 1% DE INOCULO Y 15% DE MELAZA, UTILIZANDO GRADO DE MOLIENDA GRUESA Y DIFERENTES TEMPERATURAS DE INCUBACION.

Tiempo (días)	30°C	35°C	45°C	55°C
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.90	10.90	9.38
2	0.00	2.50	23.00	16.00
4	0.00	24.00	24.00	20.75
6	0.00	24.00	24.00	24.00
8	0.00	24.00	24.00	24.00
13	0.00	24.00	24.00	24.00

FIGURA 2

Valores de pH y acidez en ensilados de desechos de pescado elaborados con 1% de inóculo de *L. plantarum*, 15% de melaza, con molienda fina, almacenado a diferentes temperaturas de incubación (25°C, 30°C, 35°C, 45°C, 55°C)

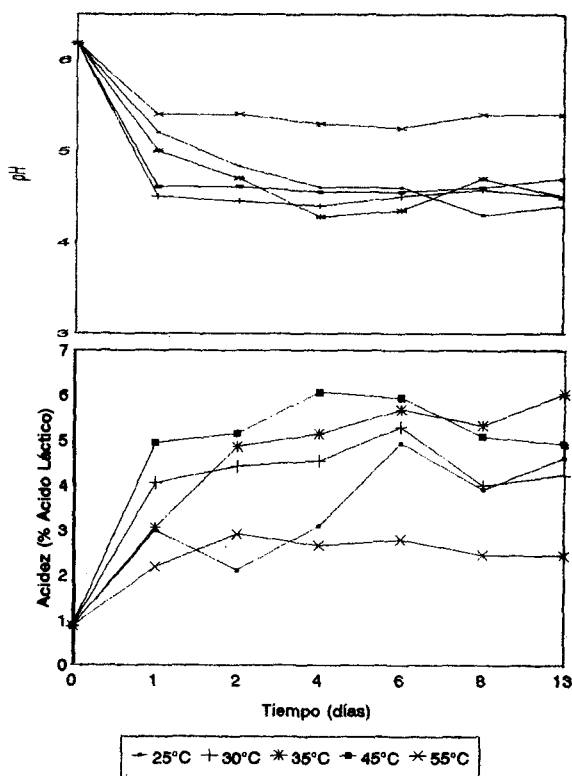


TABLA 2  
CAMBIOS EN LOS VALORES DE CONSISTENCIA EN ENSILADOS DE PESCADO ELABORADOS CON 1% DE INOCULO Y 15% DE MELAZA, UTILIZANDO GRADO DE MOLIENDA FINA Y DIFERENTES TEMPERATURAS DE INCUBACION

Tiempo (días)	25°C	30°C	35°C	45°C	55°C
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.80	0.00	9.80	14.75
2	0.00	0.90	0.75	21.00	20.60
4	0.00	0.95	24.00	24.00	24.00
6	0.00	1.40	24.00	24.00	24.00
8	0.00	1.50	24.00	24.00	24.00
13	0.00	1.50	24.00	24.00	24.00

A fin de determinar la concentración más conveniente de melaza, se realizó una experiencia utilizando concentraciones de 10, 15, 20 y 25%, manteniendo constante la temperatura de 40°C, molienda fina y 1% de inóculo de *L. plantarum*. Los

valores de pH y acidez (Fig. 3) muestran un comportamiento similar en todas las muestras durante los primeros días de almacenamiento, luego se nota que los ensilados con mayores concentraciones de melaza tienden a incrementar el pH y disminuir la acidez. Aun cuando estos ensilados (20-25% de melaza) no presentaron indicios externos de descomposición, su calidad no era adecuada. Estos resultados pueden atribuirse a la reducción de  $A_w$  por el alto contenido de azúcares en la melaza añadida, limitando el desarrollo de las bacterias ácido-lácticas. Los valores de consistencia (Tabla 3) muestran que los ensilados con 10 y 15% de melaza licúan más rápidamente (un día), debido a que la acidez favorece la actividad enzimática. Los resultados de las estaciones sensoriales indican que las altas concentraciones de melaza enmascaran el olor a pescado mientras que las reducidas concentraciones mantienen un olor ácido en el ensilado. De esta experiencia se puede concluir que 15% de melaza es suficiente para asegurar la preservación del ensilado. Se requiere un mínimo de 10% de melaza para obtener un ensilado estable (17).

FIGURA 3

Valores de pH y acidez en ensilados de desechos de pescado elaborados con 1% de inóculo de *L. plantarum* y diferentes concentraciones de melaza (10%, 15%, 20%, 25%)

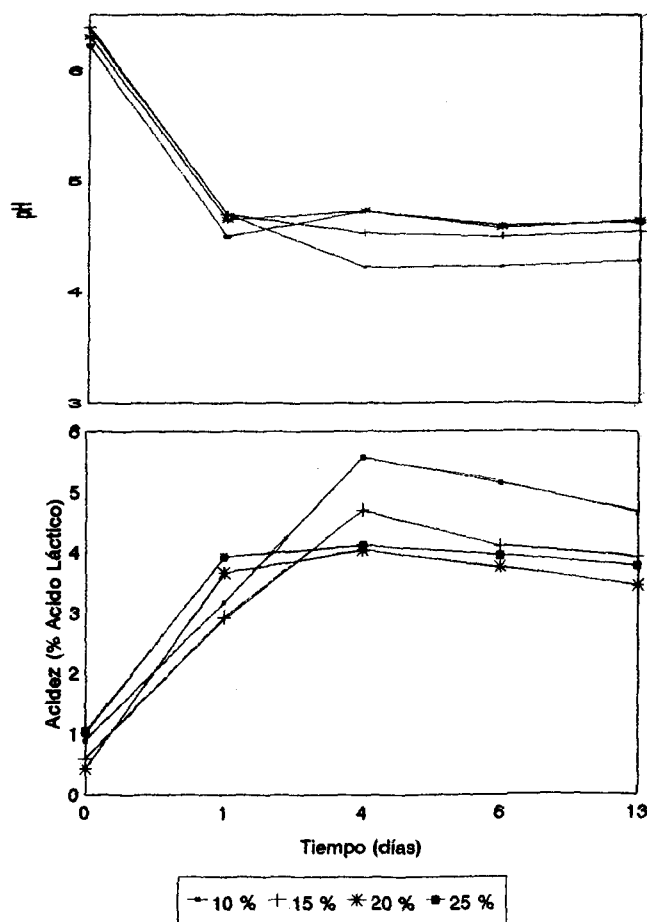
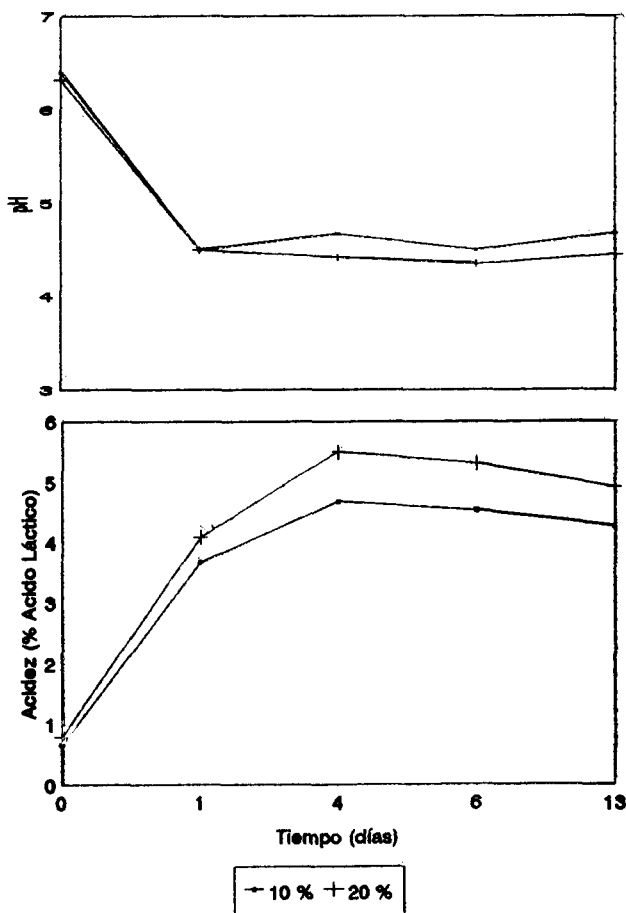


TABLA 3  
CAMBIOS EN LOS VALORES DE CONSISTENCIA EN ENSILADOS DE PESCADO ELABORADOS CON 1% DE INOCULO *LACTOBACILLUS PLANTARUM* Y DIFERENTES CONCENTRACIONES DE MELAZA

Tiempo (días)	10%	15%	20%	25%
0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	11:50	9.25	6.50	6.03
1	24.00	24.00	23.25	21.75
4	0.00	24.00	24.00	20.75
6	0.00	24.00	24.00	24.00
13	0.00	24.00	24.00	24.00

Con el objeto de determinar si la carga microbiana aportada por la melaza es suficiente para producir el ensilado, se elaboraron muestras a 40°C, sin inocular, con 10 y 20% de melaza. Los resultados (Fig. 4) indican valores muy similares de acidez y pH, aun cuando 20% de melaza favorece el proceso en el tiempo.

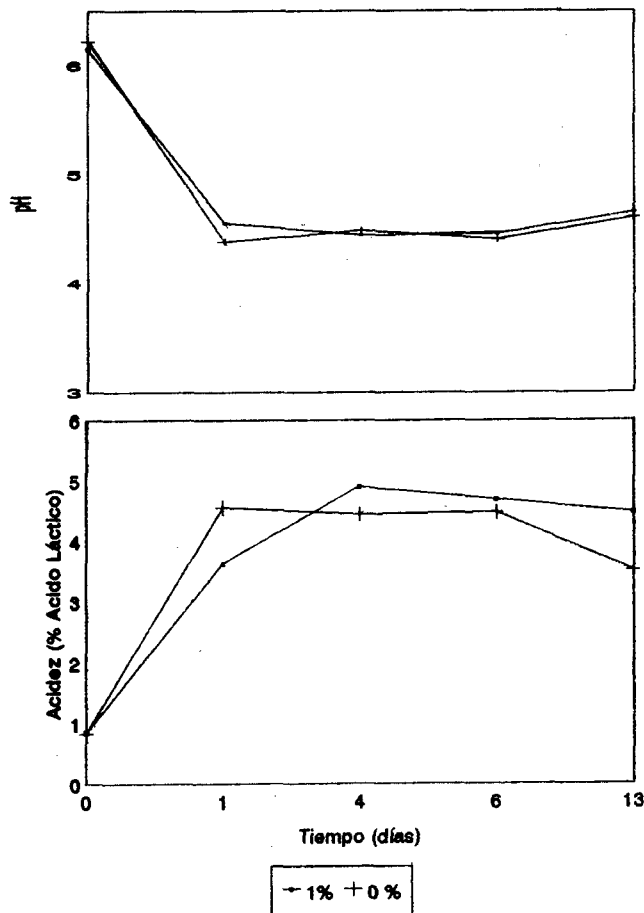
FIGURA 4  
Valores de pH y acidez en ensilados de desechos de pescado elaborados con 10 y 20% de melaza, sin inóculo de *L. plantarum*



La estimación sensorial indicó un ligero olor penetrante en la muestra con 10% de melaza y los ensayos de consistencia indicaron una rápida licuefacción en las muestras con 20% de melaza. Estos resultados indican que es posible producir ensilados sin inoculación, mediante la adición de cantidades suficientes de melaza que puedan asegurar el adecuado suministro de organismos productores de ácido. Las bacterias ácido-lácticas presentes en los desechos de pescado y en la melaza se desarrollan y fermentan favorablemente los azúcares con el aporte de nutrientes del mismo medio, alcanzándose niveles de ácido y pH que permiten la protéolisis y licuefacción del ensilado (18).

Conociendo que las frutas como piña y papaya poseen enzimas porteolíticas y organismos ácido-lácticos, se realizó un ensayo de elaborar ensilado en presencia (1%) y ausencia de inóculo (*L. plantarum*) con la adición de 10% de una mezcla de desechos de piña y papaya y de 15% de melaza, a 40°C. Los resultados se indican en la Fig. 5, observándose valores muy similares de pH y acidez durante los primeros días, para luego aumentar ligeramente en las muestras inoculadas.

FIGURA 5  
Valores de pH y acidez en ensilados de desechos de pescado elaborados con 15% de melaza, 10% de desechos de frutas, con y sin inóculo de *L. plantarum*



Trabajando con desechos de pescado, los cuales poseen una alta carga microbiana, es difícil para las bacterias ácido-lácticas inoculadas controlar el proceso fermentativo. En ensilados de pescado donde no se incorpora inóculo, la disminución del pH depende la flora ácido-láctica y putrefactiva del pescado, que en presencia de glucosa y en condiciones anaeróbicas produce ácido láctico y reduce el pH en las etapas iniciales de la fermentación (19), pero no es suficiente para controlar todo el proceso. Después de cierto período el ensilado sin inóculo mostró olores desagradables y señales de deterioro. El ensilado con desechos de frutas mostró completa licuefacción en 12 horas, indicando la participación de enzimas proteolíticas.

Con el fin de acelerar el proceso hidrolítico, se repitió el experimento, esta vez iniciando el proceso con un período de incubación a 48°C por 24 horas, luego almacenándolo a temperatura ambiente. Mediante este método se obtiene la hidrólisis en 12 horas, reducción de pH y niveles adecuados de acidez, con atributos sensoriales aceptables.

Bajo esta metodología de elaboración de ensilado se realizó un proceso de caracterización de la materia prima (desechos de pescados). Los resultados de esta evaluación (Tabla 4) indican, de acuerdo a los valores de pH, TMA, NBV, contajes de aerobios mesófilos, hongos y levaduras, que la materia prima presenta índices de deterioración, la cual es causada por su proveniencia y manipuleo, sin embargo es aun apta para elaborar ensilado. Estos valores son comparados con los trabajos de (4, 7, 20, 21, 22). Los valores de TBA y NNP indicaron la ausencia de rancidez y reducida proteólisis. La composición proximal muestra bajo contenido de proteína, a causa de la reducida cantidad de músculo; elevado porcentaje de grasa y cenizas por la cantidad de vísceras y huesos respectivamente; valores similares son reportados (1,3).

TABLA 4  
COMPOSICION FISICO-QUIMICA Y  
MICROBIOLOGICA DE LA MEZCLA DE DESECHOS  
DE PESCADO MOLIDOS UTILIZADOS PARA LA  
ELABORACION DEL ENSILADO BIOLOGICO

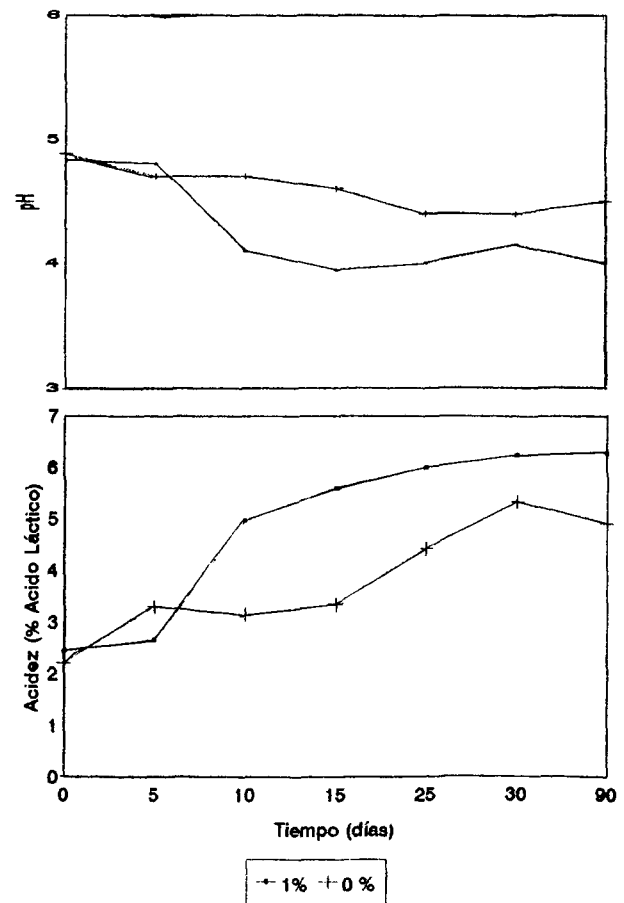
Determinación	Materia Prima
pH	6.90
TMA (mg/100g)	23.47
NBV (mg/100g)	46.90
TBA (D.O)	0.528
NNP (%N-Total)	19.87
Humedad (%)	75.24
Proteína Cruda (%)	13.04
Grasa Cruda (%)	5.61
Cenizas (%)	3.70
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	$9.9 \cdot 10^7$
Mohos y Levaduras (UFC/g)	$9.9 \cdot 10^4$

Luego de utilizar la metodología descrita, se elaboró el ensilado con y sin 1% de inóculo de *Lactobacillus plantarum*, 15% de melaza, 10% de una mezcla de desechos de piña y papaya, almacenado a temperatura ambiente. Debido a que las levaduras y hongos son capaces de crecer a bajo pH, y conociendo que existen en suficientes cantidades en la materia prima utilizada, se procedió al añadido de 1% de ácido sórbico para inhibir el crecimiento de levaduras, lo cual no afecta la fermentación (16).

Los resultados de la evaluación del producto elaborado y almacenado por 90 días se presentan en las Figuras 6, 7 y 8, destacándose muy pocas diferencias en ambos ensilados.x

FIGURA 6

Valores de pH y acidez en ensilados de desechos de pescado elaborados con 15% de melaza, 10% de desechos de frutas, con y sin inóculo de *L. plantarum*, durante almacenamiento



Trabajando con desechos de pescado, los cuales poseen una alta carga microbiana, es difícil para las bacterias ácido-lácticas inoculadas controlar el proceso fermentativo. En ensilados de pescado donde no se incorpora inóculo, la disminución del pH depende la flora ácido-láctica y putrefactiva del pescado, que en presencia de glucosa y en condiciones anaeróbicas produce ácido láctico y reduce el pH en las etapas

iniciales de la fermentación (19), pero no es suficiente para controlar todo el proceso. Después de cierto período el ensilado sin inóculo mostró olores desagradables y señales de deterioro. El ensilado con desechos de frutas mostró completa licuefacción en 12 horas, indicando la participación de enzimas proteolíticas.

FIGURA 7

Valores de Nitrógeno no Proteico y del conteaje de microorganismos aerobios mesófilos en ensilados de desechos de pescado elaborados con 15% de melaza, 10% de desechos de frutas, con y sin inóculo de *L. plantarum*, durante almacenamiento

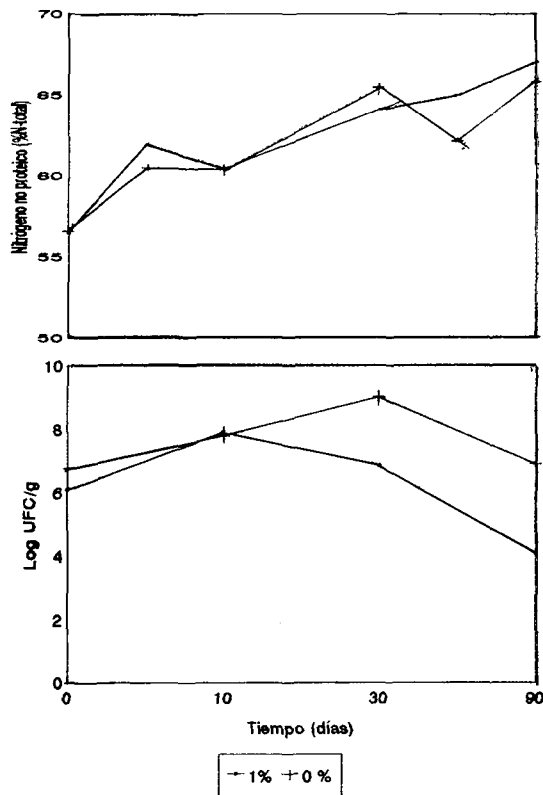
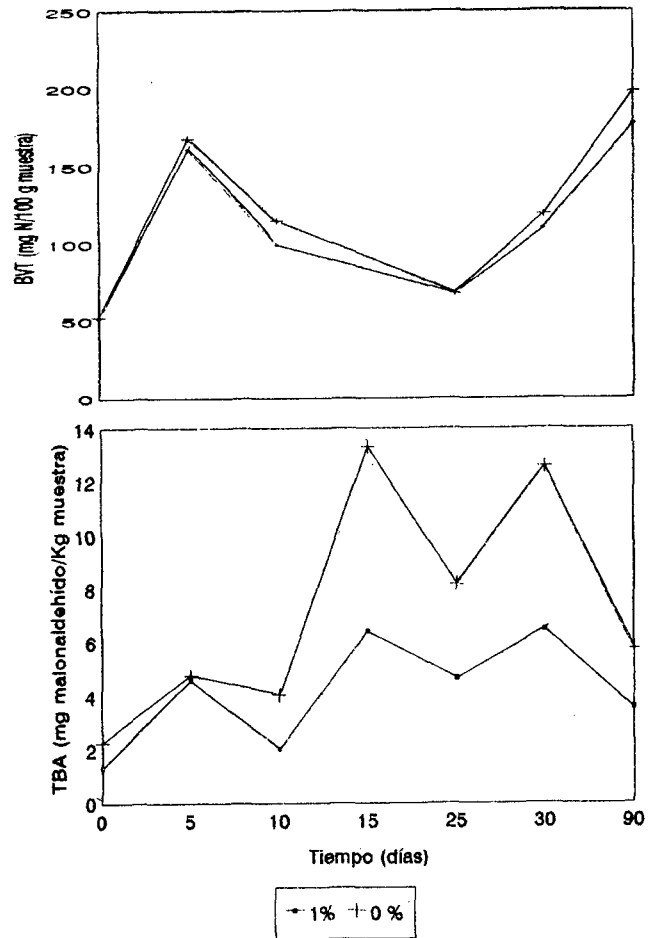


FIGURA 8

Valores de Bases Volátiles Totales y del ensayo del TBA en ensilados de desechos de pescado elaborados con 15% de melaza, 10% de desechos de frutas, con y sin inóculo de *L. plantarum*, durante almacenamiento



## CONCLUSIONES

El ensilado microbiano es una alternativa para la utilización de los desechos del procesamiento de productos pesqueros. El proceso aplicado es simple y utiliza como ingredientes al pescado, desechos de la agroindustria como la melaza y cortezas de frutas, indispensables para acelerar y controlar el proceso fermentativo e hidrolítico. El inóculo de las bacterias ácido-lácticas, aun cuando no sea imprescindible, controla y asegura que el proceso se realice en las condiciones adecuadas. La cantidad y el grado de molienda de los ingredientes, la temperatura del proceso y el inóculo son los principales parámetros a controlar en la producción del ensilado. El producto se mantiene estable durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado parcialmente con el apoyo del Proyecto CONICIT, S1-2097.

## REFERENCIAS

1. Areche N., Berenz Z. y León G. 1989. «Desarrollo de ensilado de residuos de pescado utilizando bacterias lácticas del yogurt». 2da. Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. FAO. Montevideo, Uruguay. 11-15 Dic. Documento FAO: FIUU/R441 (Supl) p.p. 51-63.
2. Bertullo E. 1989. «Desarrollo de ensilado de pescado en América Latina». 2da. Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. FAO. Montevideo, Uruguay. 11-15 Dic. Documento FAO: FIUU/R441 (Supl) pp. 18-42.
3. Guevara Y., Bello R.A. y Montilla J.J. 1991. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde. Arch. Latinoamer. Nutr. XLI (2): 246-256.
4. Ottati M. y Bello R.A. 1990. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina. I. Valor nutritivo del producto en dietas para cerdos. Alimentaria 211: 37-44.
5. Ottati M., Gutiérrez M. y Bello R.A. 1990. Estudio sobre la factibilidad de elaboración de ensilado microbiano a partir de pescados provenientes de especies sub-utilizadas». Arch. Lat. de Nutr. 40(3): 865-882.
6. Reyes G., Martínez R., Rodríguez L.M., Bello R.A. y Pascual C. 1991. Efecto de la adición de desechos de frutas tropicales sobre la velocidad de producción de ensilado microbiano de pescado. Alimentaria 219: 99-108.
7. Viete CF. y Bello R.A. 1989. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiana como suplemento proteico en dietas de rumiantes. 2da. Consulta de Expertos de Productos Pesqueros en América Latina. 11-15 Dic. Montevideo, Uruguay. Documento FAO: FIUU/R445 (Supl) pp.99-106.
8. A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 13th ed. Ed. Horwitz W. Washington, D.C.
9. Murray C.K. and Gibson D.M. 1972. An investigation of the methods of determining trimethylamine in fish muscle extracts by the formation of its picrate salts. Part I. J. Food Technol. 7:35-46.
10. Conway E. and Byrne A. 1943. LXI. An absorption apparatus for the micro-determination of certain volatile substances. I. The micro-determination of ammonia. Biochem J. 27: 419-429.
11. Backhoff H.P. 1976. Some chemical changes in fish silage. J. Food Technol. 11:353-363.

12. Tarladgis B.YG., Watts B. and Younathan M. 1960. A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *The J.A.O.C.S.* 37:44-48.
13. Rhee K. 1982. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-thiobarbituric acid test of fish and meat. *J. Food Sci.* 43:1776-1778.
14. I.C.M.S.F. 1978. En: «Ecología microbiana de los alimentos». Vol 2. Ed. Acribia, España.
15. Staton W.R. and Yeoh Q.L. 1977. Low salt fermentation method for conserving fresh fish waste under acid conditions. *Proceedings of the Conference on the Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish.* Tropical Product Institute. U.K.
16. Lindgren S. and Pleje M. 1983. Silage fermentation of fish or fish waste products with lactic acid bacteria. *J Sci. Food Agric.* 34 (10): 1057-1067.
17. Kompiang I.P., Yushadi and Creswell D.C. 1980. Microbial fish silage: Chemical composition, fermentation, characteristics and nutritional value. *FAO Fish. Rep N° 230.* pp. 37-43.
18. Nilsson R. and Rydin C. 1963. Fermentation as means of preserving organic materials. *Acta Chemica Scandinavica* 17: 174-179.
19. Raa J. and Gildberg A. 1982. Fish silage: A review. *C.R.C. Critical Review in Food Sci. and Nutr.* 16(4):383-419.
20. Shewan J.M. 1977. The bacteriology of fresh and spoiling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. *Proceedings of the Conference on Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish.* Tropical Products Institute. U.K.
21. Huss H. 1988. El pescado fresco, su calidad y cambios de calidad. *Colección FAO; Pesca N° 29.*
22. Rattagool P., Wongchinda, N. and Swachathamwongratana, S. 1980. Studies on the nutritive value of fish silage for broiler chickens. *FAO Fish Rep. N° 230.* pp. 48-54.
23. Twiddy D.R., Cross S.J. and Cook R.D. 1978. Parameters involved in the production of lactic acid preserved fish-starch substrate combinations. *International J Food Sci. Technol.* 22:115-121.

Recibido : 14-10-1992

Aceptado: 09-08-1994