

# PROCESAMIENTO Y EVALUACION DE ENSILADO DE PESCADO A PARTIR DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAMARON

*Efrem Córdova<sup>1</sup> y Rafael Bello<sup>2</sup>*

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos  
Universidad Central de Venezuela  
Caracas, Venezuela

## RESUMEN

Se obtuvo ensilado de pescado para alimentación animal a partir de una mezcla de especies de pescado pertenecientes a la fauna de acompañamiento del camarón. Después de molidos íntegramente, éstos se mezclaron con ácido fórmico-sulfúrico al 3.50/o en peso, en una relación de 1:2, 1:3 y 1:4, respectivamente, dejándose a temperatura ambiente por un período de 15 días como mínimo hasta completar la licuefacción. Luego se evaluó el pH, líquido exudado, consistencia, nitrógeno soluble, bases volátiles totales, trimetilamina, cambios en oxidación de grasas mediante el ensayo de ácido tiobarbitúrico, y recuento de microorganismos durante su almacenamiento a temperatura ambiente por el término de 60 días.

El producto obtenido se sometió a secado y fue utilizado en ensayos biológicos efectuados en pollos de engorde, en una dieta donde el 60/o de harina de pescado se sustituyó por el ensilado en cuestión.

Los resultados del análisis proximal, perfil de aminoácidos y contenido de minerales del producto deshidratado, juntamente con los resultados del ensayo en pollos, indicaron la factibilidad de utilizarlo en sustitución de la harina de pescado tradicional en los animales de ensayo. Por otra parte, hay que tener en cuenta su facilidad de elaboración, lo que lo hace adecuado y factible de aprovechar en alimentación animal.

---

Manuscrito modificado recibido: 24-8-86.

- 1 Miembro del Grupo de Investigación de Tecnología de Productos del Mar, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- 2 Coordinador Académico y Jefe de Investigación de Tecnología de Productos del Mar, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47097 - Caracas 1041-A, Venezuela.

## INTRODUCCION

El ensilado de pescado puede ser definido como un producto líquido preparado mediante la adición de ácido al pescado entero o a porciones de éste. La licuefacción es causada por enzimas proteolíticas del pescado y en gran parte es acelerada por el ácido, el que, además, ayuda a desintegrar los huesos y previene el deterioro bacteriano (1).

El ensilado de pescado ha sido elaborado en diferentes regiones del mundo a partir de diversas especies de pescado (1-4). Sin embargo, es necesario definir las condiciones de procesamiento para cada especie de pescado, al igual que conocer las condiciones de la materia prima, a fin de establecer el esquema tecnológico apropiado y asegurar la estabilidad del producto durante su almacenamiento.

Después de la captura del camarón, los barcos arrastreros desechan al mar una gran cantidad de especies de pescado que, por diversas causas, están limitadas para el consumo humano y su comercialización. Se han citado cifras que estiman la producción mundial de "broza" a nivel mundial de 5 a 20 x 10<sup>6</sup> toneladas anuales (5). Este potencial recurso se ofrece como una alternativa para la producción de alimentos por su elevado contenido proteínico, recuperando una porción de la misma para consumo humano y otra para consumo animal.

Estudios preliminares de uno de los autores de este trabajo (6) demostraron la conveniencia de utilizar una mezcla de las especies que conforman la fauna de acompañamiento del camarón para la elaboración de ensilado, siendo conveniente la utilización del pescado lo más fresco posible. La presencia de vísceras en los mismos, el uso de una mezcla de ácido fórmico y sulfúrico, y la adición de 3.50/o en peso de ácido en relación al pescado, exigen de agitación frecuente y almacenamiento a temperatura ambiente. Bajo estas condiciones, el ensilado puede ser obtenido en pocos días con resultados satisfactorios. No obstante, se requiere conocer el comportamiento de un ensilado en el que las proporciones de los ácidos utilizados se varían.

El objetivo de este trabajo fue la elaboración de ensilado a partir de una mezcla de pescados que conforman la fauna de acompañamiento del camarón que no son adecuados para consumo humano, considerando la variación en la proporción de ácidos usados. Un segundo propósito fue definir las condiciones de procesamiento y evaluar dicho producto.

## MATERIALES Y METODOS

### *Materiales:*

Se obtuvieron directamente de las embarcaciones arrastreras que desembarcan tanto en la región oriental como central del país, especies de pescado (Tabla 1) pertenecientes a la porción que se captura juntamente con el camarón, y que los pescadores desechan al mar (broza). Estas especies fueron trasladadas recubiertas con hielo a Caracas, donde después de seleccionarlas, se utilizaron aquellas que no podían aprovecharse para consumo humano por estar dañadas físicamente, o ser muy pequeñas, o no mostrar aceptabilidad por el consumidor y carecer de valor comercial

TABLA 1

COMPOSICION POR ESPECIES DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO  
DEL CAMARON CAPTURADO EN LA REGION NOR-ORIENTAL DE  
VENEZUELA

Nombre común	Nombre científico	o/o
Bagre	<i>Arius spixii</i>	17.2
Gallineta	<i>Bellator spp</i>	13.1
Lenguados	<b>Pleuronectiformes*</b>	10.9
Salomonete	<i>Upeneus parvus</i>	8.9
Cachorreta	<i>Scomber japonicus</i>	7.6
Boquita e' huevo	<i>Haemulon</i>	7.6
Cataco	<i>Trachurus tathani</i>	5.4
Cherechere	<i>Haemulon steindachneri</i>	4.9
Panchito	<i>Pristipomoides spp</i>	4.4
Yuqueta o bobo	<i>Diplectrum formosum</i>	3.0
Mojarra	<i>Eugerres plumieri</i>	2.6
Sardina	<i>Sardinella spp</i>	1.9
Morena	<i>Gymthorax spp</i>	1.9
Perla	<i>Lepophidium profundorum</i>	1.8
Concha	<i>Pecten paptracius</i>	1.7
Corocoro	<i>Arthropristis ruber</i>	1.5
Catalana	<i>Priacantus spp</i>	1.3
Sapo cadena	<i>Porichthys porosissimus</i>	1.0
Calamar	<i>Loligo spp</i>	0.6
Roncador	<i>Micropogon furnieri</i>	0.5
Cachama	<i>Holacanthus ciliaris</i>	0.5
Guaripete	<i>Saurida spp</i>	0.5
Tahali	<i>Trichuris lepturus</i>	0.4
Curvina	<i>Cynoscion spp</i>	0.3
Torito	<i>Acanthostracion quadricornis</i>	0.3
Paleta	<i>Lolicaria spp</i>	0.1
Trompetero	<i>Fistularia serrata</i>	0.1

\* Orden del grupo lenguados.

De estas 27 especies las primeras 11 representan más del 85% de la fauna de acompañamiento (basura); las otras especies sólo se presentan ocasionalmente y en proporciones insignificantes.

en el mercado nacional.

El material seleccionado y lavado se pasó a través de una moledora marca BOIA H.D., Modelo 08122, y el pescado molido obtenido se mezcló con ácido fórmico-sulfúrico al 3.5% en peso, en una relación de 1:2, 1:3 y 1:4 respectivamente, estando el ácido sulfúrico previamente diluido (2 partes del ácido por 1 parte de agua). Luego se almacenaron a temperatura ambiente en envases plásticos cerrados herméticamente, de 5 a 50 litros de capacidad (6). La mezcla de pescado y ácidos en los envases de dejó a temperatura ambiente con agitación frecuente, quedando elaborado

de esta forma el ensilado a partir de los 15 días. Después de obtenido, este último se evaluó hasta los 60 días de almacenado. Una porción del mismo se deshidrató en un deshidratador de tambores marca Sterling, Modelo 20.

### *Métodos*

Se realizaron análisis proximal de humedad, cenizas, proteínas y grasas según los métodos de la AOAC (7). Además, se determinó nitrógeno soluble (8); oxidación de grasas, según el método del ácido tiobarbitúrico (9); trimetilamina y gases volátiles, de acuerdo al procedimiento de microdifusión de Conway (10); el pH, mediante el uso de un potenciómetro; líquido exudado, por centrifugación del material a 7,000 rpm durante 10 minutos y midiendo el volumen del sobrenadante; la consistencia, mediante el uso de un consistómetro de Bostwick; el perfil de aminoácidos por cromatografía gas-líquido, y el contenido de minerales (Ca, Na, K, Mg, Zn, Fe, Cu, Cr), por espectrofotometría de absorción atómica.

Se hizo una numeración total de microorganismos en "Plate Count Agar" (DIFCO), incubando por 48 horas a 30°C (11). Adicionalmente, se efectuó un ensayo biológico de evaluación de la sustitución de harina de pescado por ensilado de pescado en pollos en crecimiento, valiéndose de un experimento aleatorio en 48 pollos de la raza Cobb, de 24 horas de nacidos, con un peso promedio de 42.5 g. Estos fueron distribuidos al azar en ocho jaulas, con seis pollos cada una, y en ellos se determinó la ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión del alimento, durante cuatro semanas de experimento, realizándose análisis de varianza en el tratamiento de los resultados. Las dietas utilizadas constan en la Tabla 2, donde se observa la sustitución de harina de pescado por ensilado, a un nivel de 60/o.

El análisis proximal de la materia prima utilizada rindió los siguientes resultados: humedad, 75.50/o; cenizas, 4.80/o; grasa cruda, 1.30/o; y proteínas, 16.70/o. El bajo contenido de grasa resulta ser beneficioso, ya que los ensilados elaborados con materia prima que contenga un porcentaje elevado de la misma requieren extracción previa, a fin de evitar el deterioro por oxidación durante el almacenamiento (12, 13).

Los resultados de los análisis de que fueron objeto los ensilados obtenidos bajo las condiciones descritas, indican que el líquido exudado (Figura 1), aumenta progresivamente con el tiempo como consecuencia del proceso de hidrólisis. Los tres ensilados mostraron un comportamiento similar, notándose un rápido incremento en los primeros 15 días del proceso, y un aumento posterior pero a una menor tasa, lo que demuestra que el proceso de licuefacción es independiente de las concentraciones de ácidos utilizados.

En cuanto a cambios en la consistencia, los resultados se ilustran en la misma Figura 1, donde se observa un comportamiento similar para las tres muestras. La medida de este parámetro se hace casi imposible después de los 30 días de proceso, ya que el elevado grado de licuefacción impide que se pueda cronometrar el tiempo que tarda la muestra en recorrer el espacio correspondiente en el consistómetro de Bostwick. Según se aprecia, el grado de consistencia disminuye con el tiempo, siendo la tasa de disminución mayor en los primeros 15 días. Esto se debe a la

TABLA 2

## COMPOSICION DE DIETAS PARA ENSAYOS ALIMENTICIOS

Ingredientes	Dieta control o/o	Dieta problema o/o	Proteína o/o
Harina de maíz	58	58	5.34
Harina de ajonjolí	15	15	7.13
Harina de algodón	3.5	3.5	1.45
Harina de soya	3.0	3.0	1.34
Harina de pescado (anchoveta)	6.0	—	3.71
Ensilado de pescado	—	6.0	3.65
Harina de carne	4.75	4.75	2.33
Harina de sangre	2.0	2.0	1.68
Alfalfa	2.0	2.0	0.42
Hueso	0.5	0.5	0.0325
Grasa	0.5	0.5	—
Melaza	3.5	3.5	0.09
Carbonato de calcio	1.0	1.0	—
Sal y minerales	0.25	0.25	—
Vitaminas	0.5	0.5	—
Lisina	0.15	0.15	—

hidrólisis que ocurre en el músculo del pescado, ocasionando como consecuencia, un aumento en el grado de licuefacción. La tasa de autólisis está determinada por la actividad de las enzimas autolíticas presentes en la materia prima, y la misma se hace más lenta a medida que transcurre el proceso.

Los cambios relacionados con el valor de pH, se aprecian en la Figura 2, notándose cierto incremento al inicio del proceso, para luego permanecer más o menos estable a los 50-55 días. Es evidente que los valores más bajos de pH corresponden a las muestras tratadas con mayor proporción de ácido. Los cambios en el valor de pH nos dan una buena idea de la calidad deteriorativa del producto (4). Si los valores de pH son muy bajos, surge el inconveniente, por una parte, de haber utilizado mayor cantidad de ácido que la requerida, lo cual incide en problema de costo, y por la otra, que el producto debe ser neutralizado antes de suministrarse como alimento al animal, acarreando problemas que son obvios. Por otro lado, si el pH es mayor de 3.5-4.0, el ensilado no está del todo protegido contra el desarrollo de microorganismos, particularmente los hongos del género *Aspergillus flavus* (14).

La Figura 2 presenta en forma gráfica los resultados de las determinaciones de nitrógeno soluble, notándose un incremento progresivo del mismo con el transcurso del tiempo, al extremo de que al cabo de los primeros 15 días del proceso, alrededor de 75% del nitrógeno total se encuentra en forma de nitrógeno soluble, obteniéndose posteriormente un aumento, pero más moderado. Algunos investigadores han notificado que cerca del

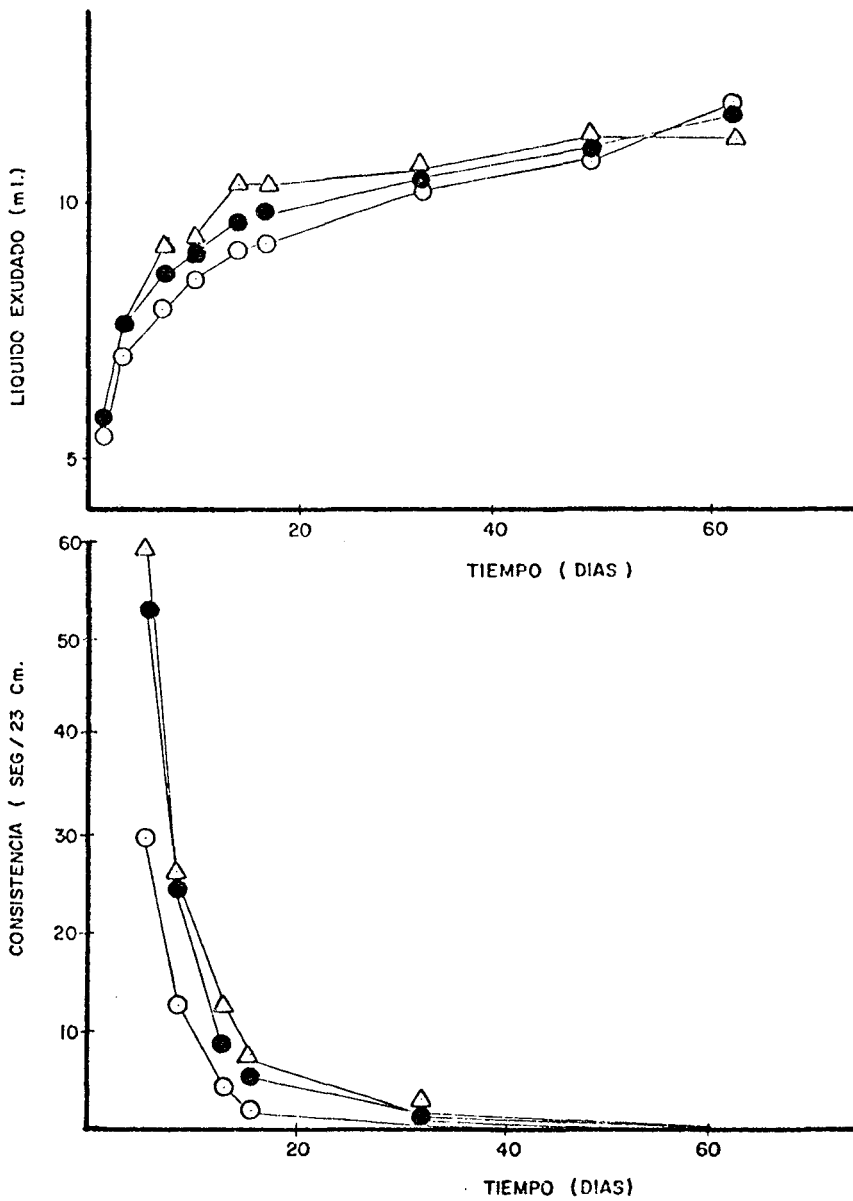


FIGURA 1

Medidas de la consistencia y del líquido exudado del ensilado de pescado preparado con una mezcla de ácido fórmico-sulfúrico en las siguientes proporciones: △ 1:2; ● 1:3; ○ 1:4, respectivamente

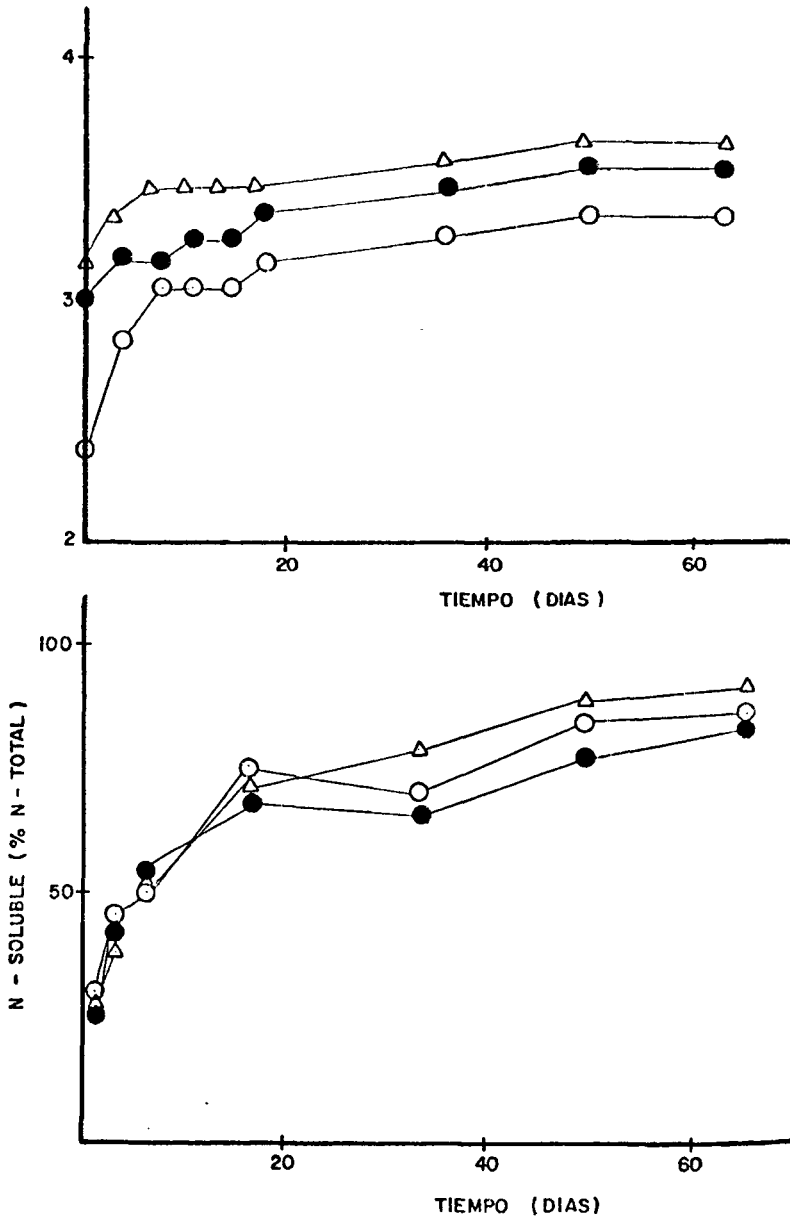


FIGURA 2

Medidas del nitrógeno soluble y del pH en ensilado de pescado preparado con una mezcla de ácido fórmico-sulfúrico en las siguientes proporciones:  $\Delta$  1:2;  $\bullet$  1:3;  $\circ$  1:4, respectivamente

800/o del nitrógeno total se solubiliza después de una semana a temperaturas cercanas a 23 - 30°C, en ensilado ácido (1, 2, 15).

Estas tres determinaciones anteriores (líquido exudado, consistencia y nitrógeno soluble), muestran que existe un alto grado de licuefacción en las primeras etapas del proceso para luego notarse una tendencia de disminución en la tasa de la misma.

Las determinaciones correspondientes a las bases volátiles totales (BVT) se visualizan en la Figura 3. Se obtuvieron, según revelan los datos, valores comprendidos entre 56 y 170 mg N/100 g de muestra, a los 60 días del proceso, notándose un aumento en la fase inicial para luego estabilizarse; se incluyen algunas fluctuaciones propias de esta metodología. Los ensayos realizados en ensilado de pescado por vía fermentativa, acusaron valores de BVT comprendidos entre 150-280 mg de N/100 g de muestra, al cabo de 32 días de proceso (3).

En relación a la determinación de trimetilamina (TMA), los valores correspondientes también se observan en la Figura 3. Los valores obtenidos estuvieron comprendidos en el rango de 20-55 mg de N/100 g de muestra, a los 60 días del proceso, existiendo cierta tendencia a permanecer más o menos constantes en el tiempo, aún con variaciones propias de la metodología y la muestra. Se han informado valores de TMA de 18.4 a 4.30 mg de N/100 g de muestra, en ensilado de pescado obtenido por vía microbial, al cabo de 32 días (3).

En cuanto al recuento total de microorganismos, éstos se muestran en la Figura 4, donde se observa que los mismos permanecen bastante bajos ( $0.8-10 \times 10^2$  m.o./g). Esto era de esperarse, ya que en nuestro caso, la mezcla de ácidos inorgánico y orgánico permite que el primero baje lo suficientemente el pH para que el segundo ejerza su efecto antimicrobial (13).

En general, se puede decir que tanto las determinaciones de pH, BVT, TMA, así como el recuento total de microorganismos, demuestran la poca alteración deteriorativa que sufren estos ensilados durante el tiempo de proceso, lo cual indica la estabilidad de los mismos.

En relación a los cambios oxidativos en las grasas (densidad óptica), estos se presentan en la Figura 4, donde podemos observar que los tres ensilados tienen un comportamiento similar, indicativo de que la concentración de ácidos utilizada no afecta mayormente este parámetro. Se aprecia en forma general un leve aumento en la oxidación de las grasas, debido primeramente a la formación de hidroperóxidos como productos primarios de la oxidación, los cuales se descomponen a través de una reacción en cadena vía radical libre para convertirse en productos secundarios estables (13).

Con miras a estudiar el perfil de aminoácidos y determinación de minerales, así como de hacer una evaluación biológica en pollos, se procedió a la obtención de un ensilado deshidratado a partir del cual se elaboró en la proporción de ácido fórmico-sulfúrico 1:3.

El producto así obtenido se sometió a análisis proximal, determinándose que el contenido de humedad era de 8.40/o; proteína, 63.20/o; grasa, 5.00/o, y cenizas, 19.240/o. Es de resaltar tanto el bajo contenido en grasa como en humedad; esto resulta ser beneficioso, ya que tanto el problema de rancidez como el desarrollo de hongos podrá minimizarse. Asimismo, se observa un porcentaje considerable de proteínas (63.20/o).

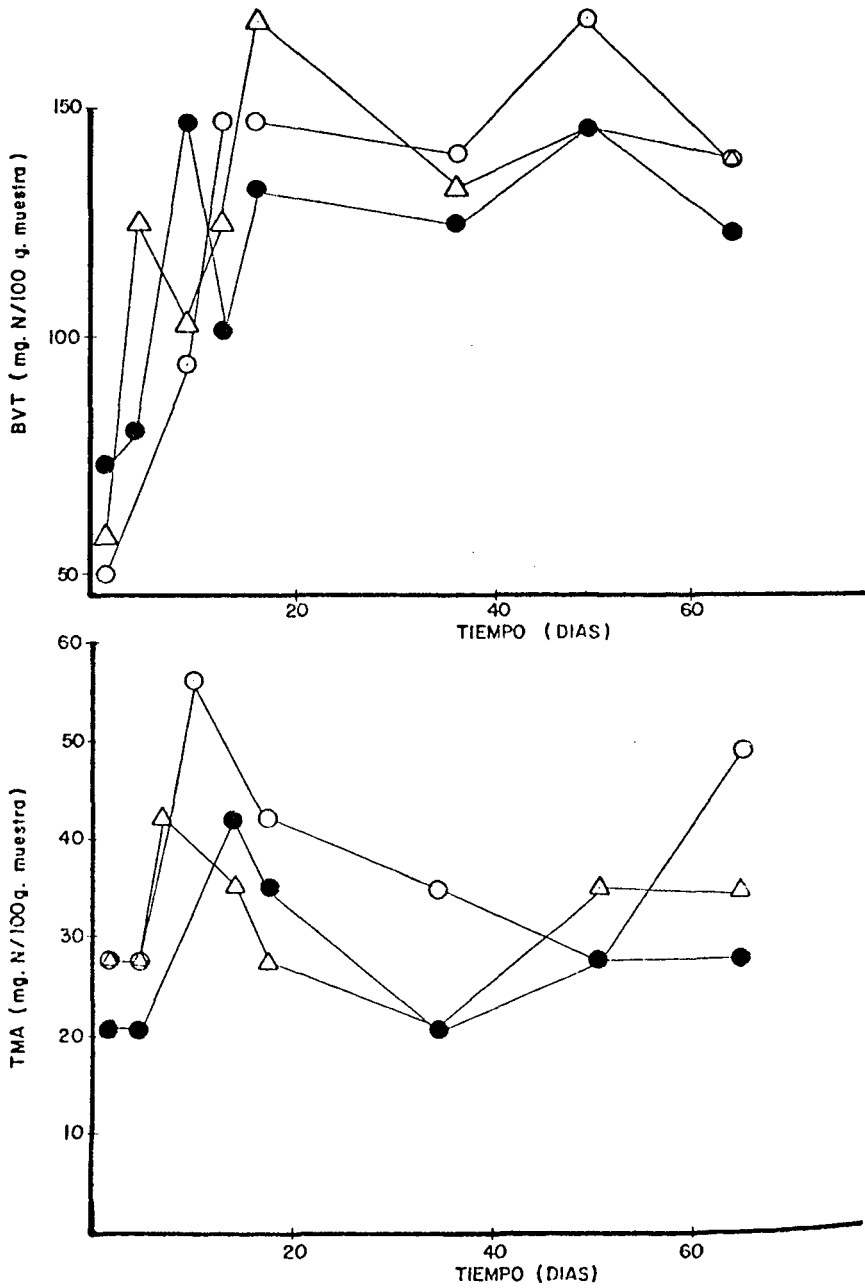


FIGURA 3

Medidas de las BVT y de TMA en ensilado de pescado preparado con una mezcla de ácido fórmico-sulfúrico en las siguientes proporciones: △ 1:2; ● 1.3; ○ 1.4, respectivamente

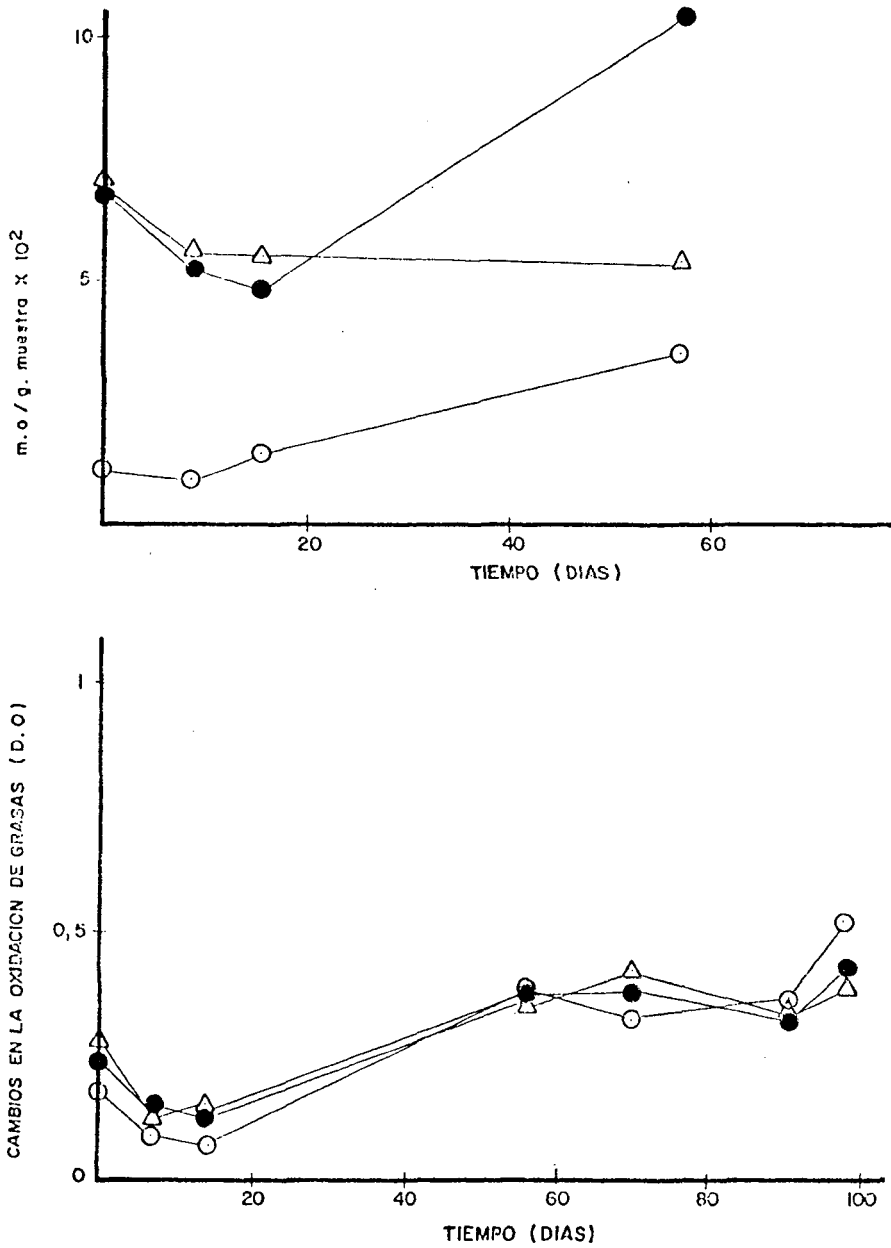


FIGURA 4

Cambios en la oxidación de grasas y recuento de microorganismos en ensilado de pescado preparado con una mezcla de ácido fórmico-sulfúrico, en las siguientes proporciones: △ 1:2; ● 1:3; ○ 1:4, respectivamente

El perfil de aminoácidos del ensilado deshidratado del pescado, se aprecia en la Tabla 3, notándose un bajo nivel, tanto en el contenido de metionina, como en el de triptofano. Asimismo, los aminoácidos histidina, arginina y cistina no fueron detectados.

TABLA 3

## PERFIL DE AMINOACIDOS EN ENSILADO DESHIDRATADO DE PESCADO\*

Aminoácido	o/o Peso a peso (base seca)	mg/100 g de muestra
Alanina	3.63	3630
Valina	2.76	2760
Glicina	4.30	4300
Isoleucina	3.75	3750
Leucina	7.31	7310
Prolina	2.56	2560
Treonina	2.44	2440
Serina	1.83	1830
Metionina	1.03	1030
Fenilalanina + ácido aspartico	4.91	4910
Acido glutámico	6.76	6760
Tirosina	1.33	1330
Lisina	3.62	3620
Triptofano	0.004	4,000

\* Usando ácido fórmico-sulfúrico (1:3).

NOTA: No se detectaron histidina, arginina ni cistina.

Trabajos previos (15-16) informan pérdida de triptofano, metionina e histidina en ensilado ácido de pescado.

En relación a la determinación de minerales, la misma se muestra en la Tabla 4, donde se observa un alto contenido de calcio, sodio y potasio, lo cual era de prever, ya que el pescado fue procesado entero. Las otras determinaciones muestran valores menores, indicativos de una baja concentración por parte de los mismos en los tejidos de los pescados utilizados.

En cuanto a la evaluación biológica del ensilado deshidratado de pescado, en la Tabla 2 se detallan las dietas suministradas a los pollos, apreciándose que existe una sustitución del orden de 60/o de la harina de pescado por ensilado deshidratado.

Los resultados correspondientes al análisis de varianza para la eficiencia alimenticia demostraron que no existe diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los dos tratamientos sometidos a ensayo. A partir de estos resultados podemos concluir que la harina de pescado usada normalmente en dietas de alimentación para pollos, puede ser sustituida a nivel de 60/o por el ensilado deshidratado de pescado. Los resultados de la experiencia demuestran que no existe diferencia significativa entre la ganancia

TABLA 4

## CONTENIDO DE MINERALES EN ENSILADO DESHIDRATADO DE PESCADO\*

Determinación	o/o
Calcio	4,352
Sodio	1.25
Potasio	0.74
Magnesio	0.43
Zinc	0.139
Hierro	0.02
Cobre	0.0007
Cromo	0.0004

\* Usando ácido fórmico-sulfúrico (1:3).

ponderal, en relación con la ingesta de alimentos, en el caso de usar las dos fuentes de alimentos indistintamente (Tabla 5), siendo la eficiencia de conversión del alimento, tanto para el grupo control que recibió harina de pescado, como para el ensilado de pescado, de 2.25 y 2.45, respectivamente, a las cuatro semanas del ensayo. Dichos valores se estimaron satisfactorios, ya que los valores por encima de 2.5 se consideran inadecuados. En tal sentido existen algunas experiencias que demuestran la posibilidad de sustituir la harina de pescado por ensilado de pescado en las dietas para pollos (3, 13, 16).

TABLA 5

CONSUMO DE ALIMENTO EN POLLOS, UTILIZANDO ENSILADO  
Y HARINA DE PESCADO EN LAS DIETAS DURANTE CUATRO SEMANAS  
DE ENSAYO

Tratamientos	Tiempo (semanas)			
	0 - 1	0 - 2	0 - 3	0 - 4
	Incremento de peso (g)			
Control en harina de pescado	50	128	267	423
Ensilado de pescado	42	114	221	354
	Consumo de alimento (g)			
Control en harina de pescado	80	208	534	952
Ensilado de pescado	71	210	489	863

Las diferentes proporciones de ácido, según se aprecia, tienen muy poco efecto en el proceso de elaboración del producto y en las características del mismo. Por ello, cualquiera de las formulaciones presentadas, satisface el esquema de procesamiento propuesto para la obtención de ensilado a partir de una mezcla de especies de pescado que conforman la fauna de acompañamiento del camarón.

### SUMMARY

#### PROCESSING AND EVALUATION OF FISH SILAGE PRODUCED FROM SHRIMP BY-CATCH

Fish silage for animal feed was produced from a mixture of several fish species belonging to the shrimp by-catch. All of them were ground and mixed with formic and sulfuric acids, 3.50/o w/w at 1:2; 1:3 and 1:4, respectively, and stored at room temperature for 15 days, to complete liquefaction. The pH, exuded liquid, consistency, soluble nitrogen, total volatile bases, trimethylamine, lipid oxidation by thio-barbituric acid test and microbial count were measured during the 60 days of the storage period. Fish silage was dried and used for biological tests in chicken fed a diet with 60/o of silage as a substitute of fish meal.

Results of proximal analysis, amino acid profile and mineral content, as well as of the biological test with the dried product, indicated the feasibility of using fish silage as a substitute of traditional fish meal for the chicks included in the trial. This fact, coupled to its simple processing technology, make fish silage adequate for utilization as animal feed.

### BIBLIOGRAFIA

1. Tatterson, I. N. & M. Windsor. Fish silage. *J. Sci. Food Agr.*, **25**: 369, 1974.
2. Gilberg, A. & J. Raa. Properties of a propionic acid/formic acid preserved silage of cod viscera. *J. Sci. Food Agr.*, **28**: 647, 1977.
3. Rattagool, P. P. & S. Niracha Saifon. Studies on the nutritive value of fish silage for broiler chickens. En: *Proc. I.P.F.C. Workshop Fish Silage*. FAO. *Fish Rep. No. 230,27*, 1980.
4. Javawardena, K. M. & R. G. Poulter. Studies on the preparation of fish silage. Effect of quality of raw material and type of acids. En: *Proc. I.P.F.C. Workshop Fish Silage*. FAO, *Fish Rep. No. 230, 34, 35*, 1980.
5. Penchaszadeh, P., J. Salaya, R. Guzmán & R. Molinet. Estructura de la pesquería de arrastre del Golfo Triste, región Centro-Occidental de Venezuela, con especial referencia al material de descarte o broza. Universidad "Simón Bolívar". Instituto de Tecnología y Ciencias Marinas (INTECMAR). Caracas, Venezuela, 1984.
6. Córdova, E. *Elaboración de Ensilado de Pescado a partir de la Fauna de Acompañamiento del Camarón*. Tesis de Postgrado, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 1984.
7. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. Washington, D. C., The Association, 1980.
8. Stanby, M. E., R. Harrison, J. Dassow & M. Sater. Determining volatile bases in fish. Comparison of precision of certain methods. *Industrial and Engineering Chemistry*, **16**: 593, 1944.

9. Tarladgis, B., B. Watts & M. Younathan. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of the American Oil Chemists Society**, **37**: 44, 1960.
10. Conway, E. D. **Microdiffusion Analysis and Volumetric Error**. New York, N. Y., The Mac Millan Co., 1958.
11. Gilliland, S. E., F. F. Busta, J. J. Brinda & J. E. Campbell. **Aerobic Plate Count. Compendium of Methods for Microbiological Examination of Food**. M. L. Speck (Ed.). Washington, D. C., American Public Health Association (APHA), 1976.
12. Wingnall, J. & I. Tatterson. Fish silage. **Process Biochemistry**, December, p. 17-19, 1967.
13. Raa, J. & A. Gildberg. Fish silage. A Review. **C.R.C. Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, April, 383, 1982.
14. Gaiger, P. J. Fish silage trials in Hong Kong. **Proc. I.P.F.C.**, **18**(3): 527, 1978.
15. Backhoff, H. P. Some chemical changes in fish silage. **J. Food Technol.**, **11**: 353, 1978.
16. Kompiang, I. P., A. Darwanto & R. Arifundin. Nutritional value of fish silage. En: **Proc. I.P.F.C. Workshop Fish Silage**. **FAO Fish Rep. No. 230,44**, 1980.