

**ELABORACION Y ANALISIS DE HARINAS  
CODESHIDRATADAS DE VEGETALES Y ESPECIES  
DE PESCADO SUBUTILIZADAS  
I. CODESHIDRATADOS DE CEREAL-PESCADO**

*Gonzalo Luna<sup>1</sup>, José Luis Rey<sup>1</sup>, Luz Manuela Castro<sup>2</sup>,  
Numidia Corona<sup>2</sup>, Elsa Ferreiros<sup>2</sup> y Marisela Luzardo<sup>1</sup>*

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

**RESUMEN**

Con la finalidad de aportar posibles soluciones a los problemas de desnutrición que afectan a aquellas poblaciones en las que los cereales y tubérculos constituyen parte importante de la ingesta habitual diaria, se desarrollaron productos a base de cereales, codeshidratándolos con pulpa de pescado de especies subutilizadas en la actualidad, pero que contienen proteína de alta calidad. Se seleccionaron dos cereales para los experimentos: arroz y maíz, y una especie marina subutilizada, curvinata de mar (*Macrodom ancyclodom*) para preparar harinas codeshidratadas con diferentes proporciones de pescado (0%, 5%, 10% y 15% en base seca). Luego se llevaron a cabo experimentos de alimentación en ratas Wistar, recién destetadas, y se evaluaron las características más importantes, obteniéndose un perfil de aminoácidos que refleja proteínas de alta calidad, evidenciado por los excelentes valores de PER, NPU, NPR y digestibilidad obtenidos.

Los codeshidratados preparados con 5% y hasta 10% de pescado en base seca no acusaron ningún olor; a partir del nivel de 15% sí se percibía el olor a pescado. Por lo tanto, se recomienda el uso de los codeshidratados hasta con 10% de pescado en la elaboración de alimentos, ya que éstos serían de gran ayuda en la solución del problema de la escasez de proteína de buena calidad, sobre todo en los países en proceso de desarrollo.

---

Manuscrito modificado recibido: 23-6-89.

- 1 Profesores del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, Apartado 47-97, Caracas 1041-A, Venezuela.
- 2 Miembros del citado Instituto.

## INTRODUCCION

La importancia de los cereales en la alimentación humana es un hecho ampliamente reconocido. El trigo y el arroz son fundamentales en la dieta de las dos terceras partes de la población actual. Además, el maíz ocupa un lugar preponderante en las zonas tropicales y subtropicales de Centro y Sur América. Juntamente con los cereales, los tubérculos constituyen una destacada fracción del consumo diario de calorías en el mundo. En los países subdesarrollados o no desarrollados las principales fuentes tanto de calorías como de proteínas, son los cereales y los tubérculos, los cuales forman más del 40% de la ingesta diaria *per capita*. En contraste, los pescados y los mariscos pueden aportar tan poco como el 2%, aun en países en los que —como Venezuela— existen grandes recursos pesqueros subutilizados o no utilizados (1).

Considerando que los cereales y los tubérculos son excelentes vehículos para hacer llegar hasta la mayoría de la población un mejor y mayor contenido de proteínas, se estudió el desarrollo de productos codeshidratados de vegetales y pescado, con la idea de poder usarlos en la elaboración de alimentos tradicionales mejorados, o en la obtención de nuevos productos. Estos codeshidratados se elaboran a través de un proceso no costoso, que permite su uso posterior a nivel industrial o casero.

Para ello se usaron dos cereales de amplio consumo y producción como son el maíz (*Zea mays*) y el arroz (*Oryza sativa*), al igual que los tubérculos: papa (*Solanum tuberosum*) y ocumo (*Xanthosoma sagitifolium*). Seleccionamos como fuente de proteínas de origen animal la curvinata de mar (*Macrodon ancyclodon*), especie de pescado subutilizada, de alta productividad y de bajo costo en Venezuela.

Después de establecer la forma de obtener los codeshidratados, éstos fueron evaluados en los que a su composición proximal y características nutricionales concierne, analizando su perfil de aminoácidos, así como algunos valores relacionados con su ingesta, en animales. Posteriormente se efectuaron las pruebas necesarias para asegurar su utilización en alimentos de consumo humano, sometiendo a prueba, con buenos resultados, el uso de los codeshidratados en la elaboración de pastas alimenticias y la combinación cereal-pescado en la obtención de productos extruidos, así como su posible uso en la fabricación de galletas, sopas y tortas.

## MATERIAL Y METODOS

### *Material*

La curvinata de mar (*Macrodon ancyclodon*) se obtuvo de barcos pesqueros en el puerto de Cumaná, Estado Sucre, Venezuela. Se transportó, en hielo, a los laboratorios del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Central de Venezuela, en Caracas, donde fue procesada como se indica en la Figura 1.

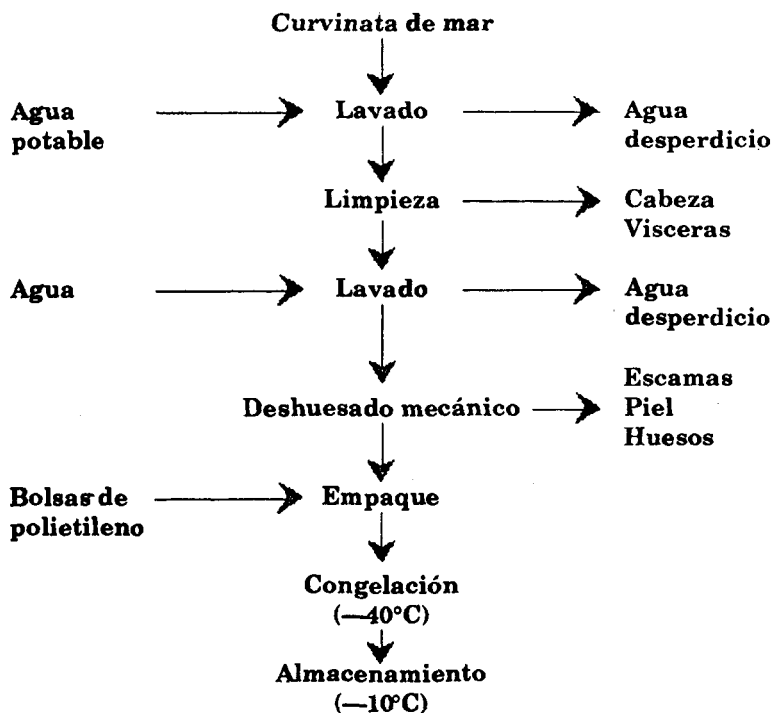


FIGURA 1

Procesamiento de la curvinata de mar (*Macrodon ancyclodon*)

Los cereales —arroz (*Oryza sativa*) y maíz (*Zea mays*)— se cocieron individualmente con vapor o agua.

#### *Preparación de las Harinas Codeshidratadas*

El pescado procesado y mantenido congelado hasta su utilización según se describe en la Figura 1, se mezcló y homogeneizó con un cereal, previamente cocido, en diferentes proporciones para obtener mezclas con 0%, 5%, 10%, 15% y 100% de pescado en base seca. Cada mezcla se deshidrató por tambor en un deshidratador marca GF Dryer Flaker DIV 23150, Modelo 20, a una temperatura de 115°C por 18 segundos, como tiempo de retención. Luego la mezcla deshidratada se molió y tamizó a 60 mesh, empacándose y almacenándose a temperatura ambiente. El esquema de esta preparación se muestra en la Figura 2.

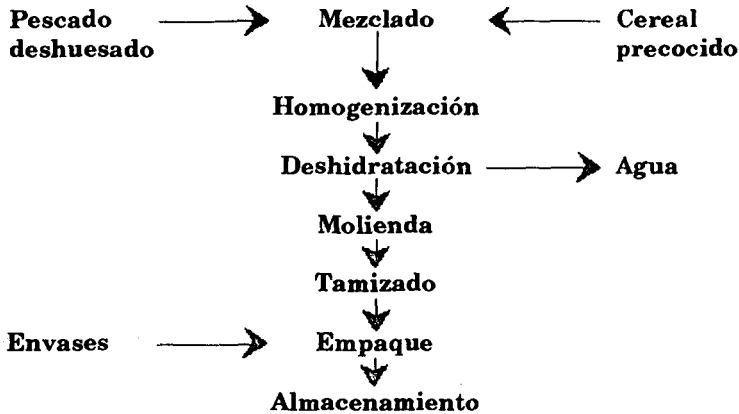


FIGURA 2

## Preparación de las harinas codeshidratadas

*Equipos*

En el proceso en cuestión se utilizaron los siguientes equipos:

**Deshuesadora mecánica:** Marca Paoli, Modelo 585-A-19 de 15 HP Stephen Paoli International, Rockfor Illinois, EUA.

**Congelador de placas de doble contacto:** Marca Dole Modelo Freeze-cell. Dole Refrigeration Company, Chicago, Ill.

**Homogeneizador:** Cowles Dissolver, Modelo I-VG. The Cowles Dissolver C.O. Inc., New York.

**Deshidratador de tambor:** Marca Sterling. Modelo 20. Sterling Power System Inc., EUA.

**Molino:** Fitz Mill Modelo D. The FitzPatrick Company, Chicago, Ill.

**Centrífuga:** Marca Christ, Modelo 546.

*Métodos*

Las determinaciones de humedad, cenizas, grasas, proteínas y fibra se hicieron según los métodos de la AOAC (2), mientras los carbohidratos se determinaron por diferencia (Tabla 1).

Los análisis de aminoácidos se llevaron a cabo por cromatografía líquida de alta presión, según la técnica de Spackman, Stein y Moore (3). El triptofano se determinó calorimétricamente siguiendo el método desarrollado por Rama Rao, Tara y Kutty (4).

El contenido de lisina disponible se estableció mediante el procedimiento de Kakade y Liener (5).

El método usado para la retención de agua fue el siguiente:

Se pesan 5 g de muestra, se le añaden 40 ml de agua y se mezcla

**TABLA 1**  
**ANALISIS PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS**

Composición (g/100 g)	Curvinata deshuesada	Cereal	
		Arroz	Maíz
Humedad	76.78	11.40	11.82
Cenizas	1.28	0.78	0.50
Grasa	3.67	1.24	2.00
Proteínas	19.38 <sup>a</sup>	6.86 <sup>b</sup>	8.95 <sup>a</sup>
Fibra	—	0.50	0.80
Carbohidratos	—	79.22	75.72
Proteínas en base seca	79.65	7.72	10.15

a N x 6.25.

b N x 5.95.

Los valores informados son el promedio del análisis de tres diferentes lotes, por duplicado.

bien para homogeneizar la pasta. Se centrifuga a 2,000 rpm por 10 minutos en una centrifuga marca Christ, Modelo 546. Luego se descarta el sobrenadante y se pesa el residuo. Por diferencia, se obtiene el resultado, que se informa en ml de agua por g de muestra.

#### *Evaluación Biológica*

Los codeshidratados cereal-pescado fueron evaluados biológicamente, preparando dietas especiales a partir de una dieta basal, en la que se utilizaba el producto obtenido en cantidad suficiente para obtener una dieta experimental con 10% de proteína. También se preparó una dieta control de caseína y una dieta apteica. Se utilizaron ratas blancas de la raza Wistar, de 20-23 días de edad y con un peso promedio de 51 g. El tiempo de ensayo fue de 21 días y cada dieta fue suministrada a tres ratas hembras y tres ratas machos escogidos al azar. Se llevó un registro del peso del alimento consumido, aumento de peso corporal, recolección de heces y observación general del comportamiento de los animales. Al final del ensayo, los animales se pesaron y luego fueron sacrificados; se desecaron en estufa a 110°C por 36 horas. Luego se pesaron nuevamente con el fin de establecer una relación entre la cantidad de agua y el contenido de nitrógeno corporales, siguiendo el método

de Miller y Bender (6) y el de Pellet (7) en la determinación de la utilización proteínica neta (NPU). Se les determinó el contenido de nitrógeno por Kjeldahl a las heces (secadas y homogeneizadas) de los animales que habían consumido las dietas experimentales, y a las de aquéllos que habían consumido la dieta apteica.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las harinas obtenidas hasta con un contenido de pescado de 10% (en base seca), no presentan olor a pescado, lo que facilita su utilización en productos que tradicionalmente se elaboran con harinas de cereales. A partir del 15% de pescado sí es notorio dicho olor, por lo que fue el porcentaje máximo utilizado.

La codeshidratación presenta la ventaja de poder utilizar la deshidratación con tambores, de costo relativamente bajo y de amplia utilización en la industria de cereales precocidos, para obtener un producto donde pescado y vegetal se encuentran perfectamente mezclados.

En las Tablas 2 y 3 se puede observar cómo el contenido de proteína del cereal aumenta considerablemente a medida que se incrementa el porcentaje de pescado. En el caso del arroz (Tabla 2), desde aproximadamente 7% hasta 20%, mientras que en el maíz (Tabla 3), desde cerca de 9% hasta 21%. Este aumento no sólo se refleja en el valor del contenido proteínico sino también en la calidad de la misma, tal y como lo atestiguan las Tablas 4 y 5. En ellas se observa cómo mejora el perfil de aminoácidos de las harinas codeshidratadas con 10% de pescado, en comparación con el cereal puro. Este mejoramiento es especialmente notorio en el caso de la lisina, en ambos cereales, y la cistina y la metionina, en el arroz, que se encuentran en cantidades deficientes (Tabla 6).

TABLA 2

### ANALISIS PROXIMAL DE LAS HARINAS CODESHIDRATADAS DE ARROZ Y PESCADO

Composición (g/100 g)	% de pescado en base seca				
	0%	5%	10%	15%	100%
Humedad	11.39	11.08	10.80	11.20	10.00
Cenizas	0.70	1.11	1.18	1.26	6.72
Grasa	0.98	1.74	2.10	2.68	10.93
Proteínas (N x 6.25)	6.73	10.85	14.72	19.79	72.50
Fibra	0.62	0.53	0.50	0.46	—
Carbohidratos	79.50	75.80	73.20	65.10	—
Proteínas en base seca	7.60	12.20	16.50	22.29	80.56

**TABLA 3**  
**ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS HARINAS**  
**CODESHIDRATADAS DE MAÍZ Y PESCADO**

Composición (g/100 g)	% de pescado en base seca				
	0%	5%	10%	15%	100%
Humedad	11.76	9.86	8.29	9.54	9.50
Cenizas	0.59	1.01	1.20	1.69	7.12
Grasa	2.01	2.35	2.70	3.03	9.07
Proteínas (N x 6.25)	9.23	13.63	16.75	20.87	74.39
Fibra	0.73	0.80	0.72	0.65	—
Carbohidratos	76.31	72.42	70.33	64.87	—
<b>Proteínas en base seca</b>	<b>10.46</b>	<b>15.12</b>	<b>18.26</b>	<b>23.07</b>	<b>82.20</b>

**TABLA 4**  
**CONTENIDO DE AMINOACIDOS NO ESENCIALES**  
**DE LAS HARINAS CODESHIDRATADAS**

Aminoácido	Curvinata deshuesada	Harinas			
		Cereal puro		Cereal + 10% pescado	
		Arroz	Maíz	Arroz + pescado	Maíz + pescado
Asp	1,157	713	566	736	596
Ser	534	—	445	—	436
Glu	2,134	843	1,784	876	974
Pro	1,697	—	144	194	186
Gli	643	98	—	156	—
Ala	1,349	—	528	436	576
Arg	945	—	—	—	—

TABLA 5

**CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES  
DE LAS HARINAS CODESHIDRATADAS**

Aminoácido (mg/g N)	Curvinata deshuesada	Harinas				Patrón FAO/OMS
		Cereal		Cereal + 10% pescado		
		Arroz	Maíz pescado	Arroz + pescado	Maíz + 1973*	
His	633	—	390	—	—	—
IsoI	917	425	262	436	316	250
Leu	1,875	627	—	720	264	440
Lis	1,446	207	210	286	276	340
Cis + Met	748	150	223	224	246	220
Fen + Tir	1,844	522	549	606	640	380
Treo	591	—	238	228	246	256
Trip	590	46	55	108	107	60
Val	1,126	—	—	346	—	310

\* Véase ref. (8).

TABLA 6

**COMPUTO QUIMICO (SCORE) Y AMINOACIDO LIMITANTE  
DE LAS HARINAS DE CEREALES Y CARNE DE PESCADO**

	Arroz	Arroz + 10% pescado	Maíz	Maíz + 10% pescado	Carne de pescado
Cómputo químico	60	84	61	60	> 100
Aminoácido limitante	Lisina	Lisina	Lisina	Leucina	—

En la Tabla 7, que muestra el caso de la lisina, —aminoácido limitante en la mayoría de los cereales—, se observa que no sólo se mejora el contenido de lisina (lisina total) al mezclar el cereal con pescado, sino que la disponibilidad de este aminoácido también aumenta ostensiblemente en los codeshidratados.

Por otro lado, la calidad de estos codeshidratados queda expresamente demostrada al observar en las Tablas 8 y 9 los valores correspondientes a las evaluaciones como consecuencia de su

TABLA 7

**RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE LISINA TOTAL  
Y LISINA DISPONIBLE  
EN LAS HARINAS DE CEREALES Y CARNE DE PESCADO**

	Arroz	Arroz + 10% pescado	Maíz	Maíz + 10% pescado	Carne de pescado
Lisina total (mg/g N)	207	286	210	276	1,446
Lisina disponible (mg/g N)	133	208	123	213	781
Lisina disponible (%)	64.25	72.72	58.57	77.77	54.01

TABLA 8

**ENSAYOS BIOLÓGICOS DE LAS HARINAS  
CODESHIDRATADAS DE ARROZ Y PESCADO**

	% de pescado en base seca				Caseína
	5%	10%	15%	100%	
PER	3.33	3.05	3.07	3.37	3.17
Calidad de la proteína (%)	105.04	96.21	96.84	106.31	100.00
NPU	64.00	55.00	59.00	63.00	60.00
NPR	3.86	3.49	3.50	3.76	3.57
Digest. aparente	82.00	87.00	89.00	92.00	92.00
Digest. verdadera	91.00	94.00	96.00	98.00	98.00

TABLA 9

**ENSAYOS BIOLOGICOS DE LAS HARINAS  
CODESHIDRATADAS DE MAIZ Y PESCADO**

	% de pescado en base seca				Caseína
	5%	10%	15%	100%	
<b>PER</b>	<b>210</b>	<b>2.69</b>	<b>3.04</b>	<b>3.24</b>	<b>2.96</b>
<b>Calidad de la proteína (%)</b>	<b>70.95</b>	<b>91.00</b>	<b>103.00</b>	<b>109.00</b>	<b>100.00</b>
<b>NPU</b>	<b>60.00</b>	<b>63.00</b>	<b>62.00</b>	<b>65.00</b>	<b>58.00</b>
<b>NPR</b>	<b>2.35</b>	<b>2.98</b>	<b>3.42</b>	<b>3.61</b>	<b>3.38</b>
<b>Digest. aparente</b>	<b>84.00</b>	<b>84.00</b>	<b>85.00</b>	<b>92.00</b>	<b>92.00</b>
<b>Digest. verdadera</b>	<b>92.00</b>	<b>92.00</b>	<b>94.00</b>	<b>98.00</b>	<b>98.00</b>

ingestión, por parte de animales de experimentación. En dichas Tablas se aprecian excelentes valores de digestibilidad, PER, NPU y NPR, los cuales resultan, en algunos casos, superiores a los de la caseína. Esto pone en evidencia la excelente combinación obtenida de estos codeshidratados desde el punto de vista nutricional, así como la conservación de la calidad de las materias primas utilizadas.

La utilización del pescado como fuente proteínica para aumentar el valor nutricional de los cereales, no es nada nuevo. Marison y Myer (9), estudiaron la suplementación de dietas basadas en cereales, demostrando, con sus resultados, que la adición de cantidades graduales de concentrado proteínico de pescado al arroz (entre 0 y 2.3%) dio origen a valores de PER gradualmente mayores. Estos a su vez, resultaron ser más altos que los correspondientes a dietas a las cuales se les agregó leche en polvo descremada. Metta (10) notificó los resultados de sus estudios sobre el valor biológico de la proteína de pescado, el efecto sobre el crecimiento y eficiencia proteínica resultantes de añadir entre 1 y 3% de harina de pescado a dietas de la India, país en el que el arroz forma parte importante de las mismas. Sus hallazgos le permitieron concluir que la harina de pescado utilizada tenía un excelente valor biológico. A niveles de 10% en la dieta, su eficiencia proteínica fue de 3.24 en comparación con 3.57 para la proteína del huevo; a los niveles de 1 a 3% de

suplementación, el mejoramiento en el crecimiento fue de 13 a 76% y de 43 a 145%, respectivamente, por arriba de los controles. La eficiencia proteínica de la mayoría de las dietas de cereales mejoró también significativamente, indicando una mejor configuración en su composición de aminoácidos. En cuanto a aceptación, no se detectó ningún sabor a pescado a los niveles de 3% de suplementación.

También Marinus (11) estudió los resultados de suplementar con proteínas de pescado el arroz pulido, en los porcentajes de 1, 3 y 5%; el crecimiento en peso de los animales en estudio fue respectivamente de 111.1, 111.1 y de 100%, y 52.9 y de 65.7 y 49.4% en cuanto al PER, a niveles de 5.27 de proteína. La razón del descenso en los valores encontrados con sustituciones de 5%, la explicó dicho autor como consecuencia del desbalance en el cuadro de aminoácidos. Estos hallazgos indican que cantidades relativamente pequeñas de buena proteína de pescado pueden ser de gran valor en la suplementación de dietas que contienen cantidades inadecuadas de proteína de cereales.

Otros autores tales como Spinelli *et al.* (12) y Morais (13), utilizaron la deshidratación por tambores, pero en este caso, para obtener productos codeshidratados cereal-pescado con altos contenidos de proteína (30 a 60%) con olor y sabor a pescado.

En nuestro estudio, lo nuevo es la forma de suplementar esos cereales y de presentar el producto terminado (o semiterminado, si va a ser utilizado en la preparación de otros alimentos), así como demostrar que dicho proceso de elaboración no afecta la calidad biológica de la proteína de pescado.

Las modificaciones que se producen por efecto de la deshidratación tanto en los alimentos animales como en los vegetales, puede afectar en forma desigual e irreversible su capacidad de rehidratación, las características de adsorción, y su capacidad de retención de líquido. En el caso de nuestro producto, constituido por un alimento deshidratado en forma de harina, el cual debe necesariamente poder absorber y retener líquido y fundamentalmente agua para su utilización. Son de suma importancia los resultados obtenidos para su valor de retención de agua. Es así como las harinas de arroz y de maíz, así como las harinas codeshidratadas con 5, 10 y 15% de pescado, no acusaron valores significativamente diferentes, cercanos a 5.0 ml de agua por gramo de harina, mientras que el pescado en forma de harina, presentaba un valor de 3.0 expresado en las mismas unidades.

## SUMMARY

### PREPARATION AND ANALYSIS OF DEHYDRATED MIXTURES OF UNDER-UTILIZED FISH/VEGETABLE FLOURS. I. DEHYDRATED MIXTURES OF FISH/CEREAL

For the purpose of providing possible solutions to the malnutrition problems affecting those populations where cereals and tubers form an important portion of their daily intake, products were prepared from dehydrated mixtures of cereals and under-utilized fish, but which contain high-quality protein. Two cereals were selected for our experiments: rice and corn, and a marine under-utilized fish species (*Macrodon ancylodon*). The minced fish muscle recovered by mechanical deboning was mixed with the cereal, obtaining mixtures with 5%, 10% and 15% fish on a dry basis. Feeding experiments using Wistar weaning rats were then carried out to evaluate the most important characteristics. An amino acid profile which reflected high-quality protein was obtained, as evidenced by the excellent PER, NPU, NPR and digestibility values determined.

The dehydrated mixtures of fish/cereal flour prepared with 5% and up to 10% fish (dry basis), did not present any odour, but as of the 15% level, fish odour was perceived. Therefore, the use of dehydrated mixtures of fish/cereal flours with up to 10% fish in preparing food products, is recommended, since these would be of great help in solving the scarcity of good-quality protein, particularly in the developing countries.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bermúdez, H., C. Mirabal, M. González, B. Castillo & N. Barrios. Atlas para la Nutrición. Caracas, Venezuela, Instituto Nacional de Nutrición, 1974.
2. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC 13 ed. Washington D.C., The Association 1980, p. 132-134, 211, 223, 289.
3. Spackman, D.H., W. Stein & S. Moore. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino-acids. *Anal. Chem.*, 30: 1190, 1958.
4. Rama Dao, M.V., M. Tara & A. Kutty. Colorimetric determination of tryptophan. *J. Food. Sci. Technol.*, 2: 213, 1974.
5. Kakade, L.M. & L. Liener. Determination of available lysine in foods with Trinitrobenzene sulfonic acid. *Anal. Biochem.*, 23: 273, 1969.
6. Miller, D. & A. Bender. The determination of the net utilization of protein by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 9: 382, 1955.
7. Pellet, P. The N:H<sub>2</sub>O ratio in the Sprague-Dawley rat and its variation with diet under the conditions of determination of Net Protein Utilization. *Brit. J. Nutr.*, 21: 609, 1967.
8. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Organización Mundial de la Salud. Necesidades de Energía y Proteínas. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos en Roma. Roma FAO, 1973. (Reuniones sobre Nutrición N° 52, 1973). (Serie de Informes Técnicos N° 522).
9. Munro, I., A. Morrison & M. Myer. Fish protein concentrate as a supplement to cereal diets. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 54: 398-400, 1969

10. Metta, V. Nutritional value of fish flour supplements. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 37: 234-240, 1960.
11. Marinus, C. Nutritional improvement of rice. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 32: 647-650, 1956.
12. Spinelly, J., B. Koury, H. Graninges & R. Miller. Expanded uses for fish protein from underutilized species. *J. Food Technol.*, 21: 1234, 1976.
13. Morais, C. Utilization of fish waste from the filleting operation in obtaining corn / fish flour. *Bol. Inst. Tec. Alim. ITAL.*, 18: 177-199, 1981.