

## EFICACIA DE LA PROTEINA DE LA CONSERVA DE BONITO (*Thunnus alalunga*) EN EL CRECIMIENTO ANIMAL

María del Pilar Navarro,<sup>1</sup> Ana María Castrillón,<sup>1</sup> Rosa María Ortega,<sup>2</sup>  
y Gregorio Varela<sup>3</sup>

Instituto de Nutrición del Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
(CSIC), Madrid, España

### RESUMEN

Se estudió la influencia del proceso de preparación de conserva de bonito (*Thunnus alalunga*), esterilizado a 115°C durante 60 y 90', sobre la calidad de su proteína, evaluada primordialmente en función de su capacidad de inducir el crecimiento animal.

La esterilización a 115°C durante 60' permitió obtener un alimento cuya proteína es similar para el crecimiento a la del patrón caseína-metionina, presentando también igual digestibilidad y valor biológico muy próximo. Sin embargo, si dicho proceso se prolonga 30' más, la proteína se altera, de forma que disminuye su digestibilidad. Si bien este alimento fue estudiado como fuente única de proteína, su valor biológico no parece sufrir cambios significativos al introducirse a una dieta de fuente proteínica mixta, o sea, mezcla de harina y bonito esterilizado a 115°C a 90', y según se estableció, su proteína no es capaz de mantener los patrones óptimos de evolución ponderal.

### INTRODUCCION

El alto contenido proteínico, unido a la buena utilización digestiva y metabólica de su proteína (1), hacen del pescado un excelente alimento. Para su conservación y comercialización se recurre a veces a diversas tecnologías, algunas de las cuales implican procesos térmicos que pueden alterar la estructura y calidad de la proteína en sentido positivo (2-4) o negativo (1, 5-11).

---

Manuscrito modificado recibido: 12-4-85.

- 1 Colaboradores Científicos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- 2 Profesor Encargado del Curso del Departamento de Fisiología, Facultad de Farmacia, Ciudad Universitaria, Madrid 3, España.
- 3 Catedrático y Director del Instituto de Nutrición del CSIC.

Desde hace tiempo se sabe (10) que la proteína que padece daño térmico sufre ciertas alteraciones que entorpecen la disponibilidad de sus aminoácidos, hasta el punto de que al ser administrada a los animales puede enlentecer su crecimiento.

Dentro de un proyecto más amplio —cuyo objetivo es estudiar el valor nutritivo del bonito enlatado siguiendo diversas variables tecnológicas— con miras a establecer la más idónea se investigó la influencia del tiempo de esterilización sobre la capacidad de su proteína de promover el crecimiento animal. Los resultados de esa investigación constituyen el objeto del presente trabajo.

#### MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en ratas Wistar al momento del destete, las que se dividieron en grupos de 12 animales cada uno, seis machos y seis hembras. Estas fueron alimentadas con una dieta semisintética, adecuada para la especie y fase de crecimiento (12), cuya composición teórica de nutrientes fue:

Proteína		10 g
Grasa		7.5 g
Fibra cruda		5 g
Corrector vitamínico		0.12 g
Corrector mineral <sup>4</sup>		3.34 g
Almidón	A partes iguales en cantidad	
Azúcar	suficiente para ajustar	100 g

La dieta fue similar para todos los grupos a excepción de la fuente proteínica, que para cada uno, estuvo constituida por:

Caseína + DL-metionina al 0.2 g/100 g de dieta  
 Bonito congelado  
 Bonito enlatado, esterilizado a 115° durante 60'  
 Bonito enlatado, esterilizado a 115° durante 90'

La caseína +DL-metionina (0.2 g/100 g de dieta), se utilizó como fuente proteínica de la dieta de dos ensayos, uno en el que la alimentación fue *ad libitum*; y otro "a la par". Este último grupo se utilizó también como control para obviar la influencia de la ingesta; en él los animales ingerían la dieta en cantidad similar a la ingesta media de los que consumían el bonito congelado. El bonito utilizado se deshidrató mediante liofilización acusando un contenido proteínico de 72 g, y de cenizas, 2.9 g/100 g de sustancia seca.

4 La composición del corrector mineral, expresada en mg/kg de dieta, es como sigue: IK, 0.209; SO<sub>4</sub>Cu . SH<sub>2</sub>O, 24'72; FNA, 21'431; SO<sub>4</sub>Mn . H<sub>2</sub>O, 169'20; SO<sub>4</sub>Fe . 7H<sub>2</sub>O; ClNa, 1.411; CO<sub>3</sub>Mg, 769'78; SO<sub>4</sub>Mg . 7H<sub>2</sub>O, 2.250; PO<sub>4</sub>HCa, 14.760; PO<sub>4</sub>HK<sub>2</sub>, 3.599'2; CO<sub>3</sub>Ca, 4.124; CO<sub>3</sub>Zn, 25'26; CO<sub>3</sub> HK, 6.103'43; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0'48; SeO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub>, 0'24.

Se llevó control ponderal durante un período experimental de 10 días, en el que los animales se alojaron en cámaras termorreguladas a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , y células de metabolismo. Los sistemas de alimentación y bebida se mantuvieron *ad libitum*, salvo cuando se indica expresamente lo contrario.

Con el fin de profundizar en el análisis de la influencia de la proteína procesada sobre el crecimiento, se realizaron otros dos ensayos de características en todo similares a los anteriores, pero en los que la fuente proteínica estuvo constituida por una mezcla de bonito con harina de trigo panificable en las proporciones que se indica del total de proteína:

Bonito congelado (10 g/100 g) + harina planificable (90 g/100 g)  
Bonito enlatado esterilizado a  $115^\circ\text{C}$  durante 90' (100 g/100 g) + harina panificable (90 g/100 g).

Estas cantidades tenían por objeto lograr una dieta en la que la lisina se aportara al borde de las necesidades de la rata, a fin de que si el proceso la dañaba, fuese más fácil de visualizar a través del crecimiento.

El estudio de la utilización digestiva y metabólica se realizó por medio del método de balance de nitrógeno, según la técnica de Thomas y Mitchell (14, 15). La proteína se determinó como proteína bruta (N x 6.25), utilizando el método de Kjeldahl (16) para la valoración del nitrógeno, y los resultados fueron analizados estadísticamente mediante la prueba de "t" de Student.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Al final del período experimental, el peso alcanzado por los animales fue máximo en el grupo alimentado *ad libitum* con la dieta cuya fuente proteínica era caseína-metionina. Esta cifra difirió significativamente de las correspondientes a los animales de los grupos restantes, que tuvieron una evolución ponderal muy próxima, aunque el peso más bajo lo tuvo el grupo cuya ración incluía el bonito enlatado, esterilizado durante 90', y el más alto, las ratas alimentadas con la dieta que contenía el bonito enlatado, esterilizado durante 60' (Figura 1). Lógicamente, las variaciones del incremento de peso por animal y día (Tabla 1) mostraron una tónica similar.

Esta pérdida de peso respecto al patrón de caseína-metionina, pudo haberse debido, total o parcialmente, a la menor ingesta de las ratas alimentadas a base de los distintos tipos de bonito (Tabla 1). Para comprobarlo realizamos el ensayo de alimentación "a la par" con el que, efectivamente, se confirmó el supuesto, ya que el peso final alcanzado por las ratas alimentadas "a la par" con la dieta patrón (caseína-metionina), fue significativamente inferior al de los animales que consumieron la misma dieta *ad libitum*, cuya ingesta era superior, no variando significativamente respecto del de las ratas que ingirieron las otras dietas con bonito (Figura 1). Sin duda alguna, el menor consumo alimentario debe haber contribuido en gran medida al desarrollo ponderal más precario de estos animales. A pesar de ello, no podrían descartarse totalmente otras posibles implicaciones, porque aparentemente, hubo indicios que apuntaban hacia cierta disparidad. Uno de esos indicios era que, aun cuando sin diferencias

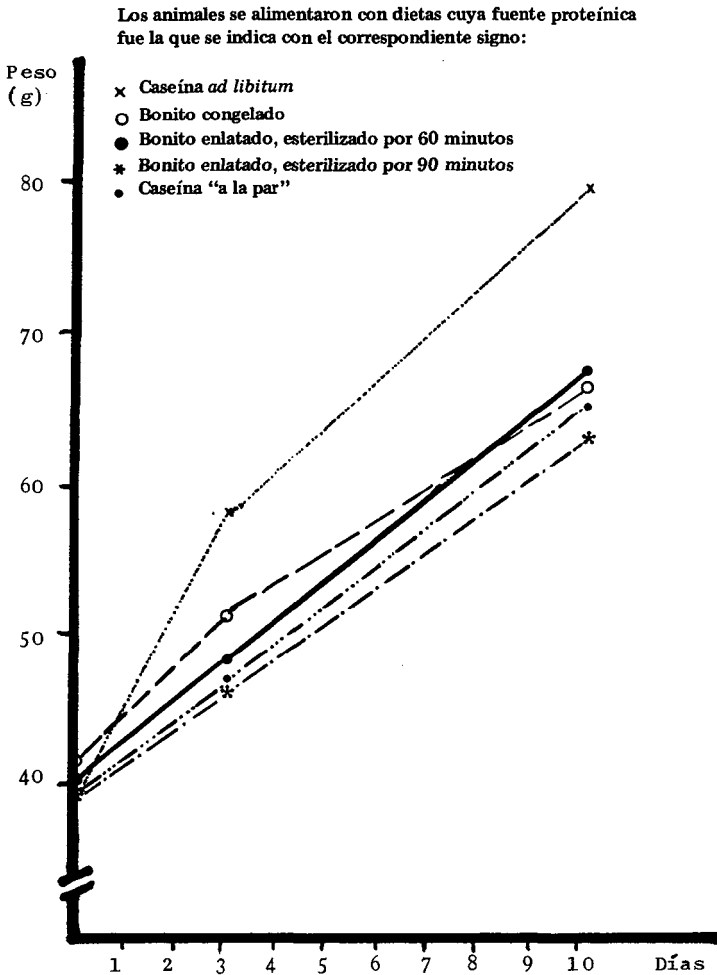


FIGURA 1

## Evolución ponderal

significativas, quizá por la brevedad del experimento, las ratas que consumieron la conserva esterilizada durante 90' acusaron el incremento de peso más bajo (Tabla 1).

Por las razones expuestas, y ya que en lo concerniente a eficacia para el crecimiento a corto plazo, la caseína, el bonito congelado, y los enlatados esterilizados por 60 y 90' se comportaron de modo parecido, se intentó determinar si había diferencias en sus utilidades digestivas o metabólicas.

Tras realizar el balance de nitrógeno en el grupo de ratas alimentadas *ad libitum* con la dieta de caseína + metionina, se apreciaron diferencias

**TABLA 1**  
**INCREMENTO DE PESO Y ALIMENTO INGERIDO**

Fuente proteínica	Incremento de peso (g/día)	Sustancia seca ingerida (g/día)
Casesína <i>ad libitum</i>	$4.1 \pm 0.2^a$	$9.5 \pm 0.3^a$
Bonito congelado	$2.5 \pm 0.2^b$	$8.0 \pm 0.3^b$
Bonito esterilizado por 60'	$2.8 \pm 0.2^b$	$8.0 \pm 0.4^b$
Bonito esterilizado por 90'	$2.5 \pm 0.1^b$	$7.9 \pm 0.3^b$
Caseína "a la par"	$2.7 \pm 0.1^b$	$7.9 \pm 0.0^b$

Las letras distintas indican diferencias significativas.

Nivel mínimo,  $P < 0.05$ .

Valores medios de 12 animales  $\pm$  EE.

significativas en los valores absolutos de absorción, excreción y retención de nitrógeno, fruto principalmente de su mayor ingesta, que no requieren comentarios adicionales (Tablas 2 y 3). En cuanto a los controles con igual consumo alimentario, o sea caseína "a la par", los animales cuyas dietas incluían bonito congelado, o enlatado esterilizado por 90', mostraron mayor excreción fecal y, en consecuencia menores valores de absorción absoluta y relativa (coeficiente de digestibilidad real-CDR). La proteína de bonito esterilizada por un tiempo más breve se comportó con mayor eficacia a nivel digestivo. Así, su coeficiente de digestibilidad fue similar al de la caseína y superior al del bonito congelado, indudablemente como resultado del efecto benéfico que la cocción ejerce sobre la digestibilidad proteínica (2-4). También fue más alto respecto al esterilizado durante un tiempo más largo (Tabla 2), por lo que cabe suponer, en la línea de lo descrito por Seet y Brown (1) y por Chen, Bohnsak y Labuza (7), que ese calentamiento ulterior altera negativamente la utilización proteínica.

A nivel metabólico, las proteínas de las tres variantes de bonito congelado y conservas esterilizadas a 115°C durante 60' y 90', se comportaron con una eficacia similar y paralela a la del patrón de caseína-metionina; sus cifras de valor biológico (VB) fueron del mismo orden (Tabla 3). No obstante, de nuevo la retención máxima de nitrógeno correspondió a los animales alimentados con la dieta que incluía la conserva esterilizada durante 60', que eran los que también presentaron las cifras más altas de ingesta. En cambio, la retención mínima correspondió a los que consumieron la esterilizada por 90', si bien las diferencias carecen de significación estadística.

La utilización nutritiva global tampoco reveló diferencias acusadas (Figura 2), por lo que el resultado más claro de esta parte del estudio es que los 30' adicionales de esterilización, dañan la utilización digestiva de la proteína del bonito, empeorando su rendimiento.

Se continuó el estudio referente al criterio de que la proteína de pescado no constituye la única fuente proteínica de la alimentación hu-

TABLA 2

## UTILIZACION DIGESTIVA DE LA PROTEINA

Fuente proteínica	N ingerido (mg/día)	N fecal real (mg/día)	N absorbido real (mg/día)	CDR
Caseína <i>ad libitum</i>	158.4 ± 5.4 <sup>a</sup>	3.2 ± 1.2 <sup>a</sup>	155.6 ± 4.8 <sup>c</sup>	98.1 ± 0.7 <sup>a</sup>
Bonito congelado	139.3 ± 5.8 <sup>b</sup>	6.6 ± 0.8 <sup>b</sup>	132.8 ± 5.5 <sup>ab</sup>	95.3 ± 0.5 <sup>b</sup>
Bonito esterilizado por 60'	143.3 ± 6.7 <sup>ab</sup>	4.1 ± 0.5 <sup>a</sup>	139.2 ± 6.9 <sup>ac</sup>	97.0 ± 0.4 <sup>a</sup>
Bonito esterilizado por 90'	128.4 ± 5.5 <sup>b</sup>	8.0 ± 1.0 <sup>b</sup>	120.4 ± 5.4 <sup>b</sup>	93.7 ± 0.8 <sup>b</sup>
Caseína "a la par"	132.5 ± 0.0 <sup>b</sup>	3.1 ± 0.8 <sup>a</sup>	129.2 ± 0.8 <sup>ab</sup>	97.5 ± 0.6 <sup>a</sup>

Las letras indican diferencias significativas. Nivel mínimo,  $P < 0.05$ .

CDR: Coeficiente de digestibilidad real.

Valores medios de 12 animales ± EE.

TABLA 3

## UTILIZACION METABOLICA DE LA PROTEINA

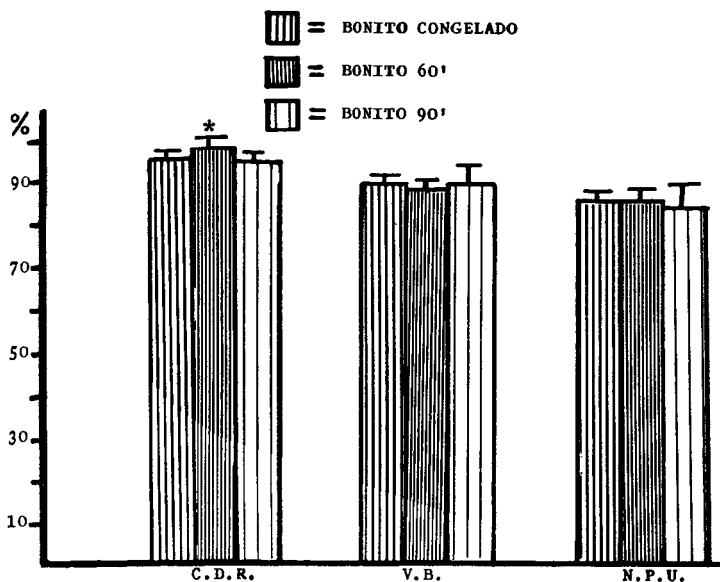
Fuente proteínica	N Urinario real (mg/día)	N Retenido real (mg/día)	VB
Caseína <i>ad libitum</i>	11.0 ± 1.1 <sup>c</sup>	144.6 ± 5.2 <sup>b</sup>	92.8 ± 0.8 <sup>b</sup>
Bonito congelado	15.8 ± 1.6 <sup>ab</sup>	116.7 ± 5.3 <sup>a</sup>	87.8 ± 1.1 <sup>a</sup>
Bonito, esterilizado por 60'	18.5 ± 2.9 <sup>b</sup>	120.7 ± 6.8 <sup>a</sup>	86.7 ± 2.0 <sup>a</sup>
Bonito, esterilizado por 90'	12.6 ± 3.4 <sup>abc</sup>	107.9 ± 7.6 <sup>a</sup>	88.3 ± 3.8 <sup>ab</sup>
Caseína "a la par"	11.1 ± 1.9 <sup>ac</sup>	118.1 ± 2.0 <sup>a</sup>	91.4 ± 1.5 <sup>ab</sup>

Las letras distintas indican diferencias significativas. Nivel mínimo,  $P < 0.05$ .

VB: Valor biológico.

Valores medios de 12 animales ± EE.

mana, y que en una dieta variada aquella se une a otras proteínas, muchas veces de calidad inferior, a las que ayuda a complementar. Así, el bonito se introdujo a una dieta de fuente proteínica mixta, mezclado con harina de trigo en las proporciones que se indica en "Material y Métodos", con lo que se obtuvieron condiciones más generalizadas y más drásticas. En esa forma, se logró que los cambios en la calidad proteínica fuesen más patentes. Además, permitieron determinar si el proceso de esterilización más largo había modificado realmente la proteína, hasta el punto de alterar su valor para el crecimiento.

\*  $P < 0.05$ 

C.D.R. = Coeficiente de digestibilidad real.

V.B. = Valor biológico.

N.P.U. = Utilización proteínica neta.

## FIGURA 2

## Valor nutritivo

Según se aprecia gráficamente en la Figura 3, los animales alimentados con la dieta de bonito esterilizado por 90' + harina, mantuvieron siempre una evolución ponderal más precaria, y un incremento de peso diario ligeramente inferior (Tabla 4); tras 10 días de ingesta, alcanzaron un peso final significativamente inferior al de los alimentados a base de bonito congelado + harina. Estos resultados no pueden achacarse a una ingesta inferior porque ésta no varió entre los grupos. Más bien, deben relacionarse con una menor eficacia de la proteína para el crecimiento, debido posiblemente a que el proceso de esterilización realizado durante 90', incide negativamente sobre algunos de los aminoácidos esenciales, inutilizándolos para la síntesis proteínica. Pero por tratarse de aminoácidos relativamente abundantes en la proteína de pescado, el daño no se visualiza cuando se utiliza como fuente única de proteína, y sólo se pone de manifiesto al mezclarla con otra proteína de calidad inferior, de modo que la disponibilidad aminoacídica a la rata se ajusta más escasamente a sus necesidades

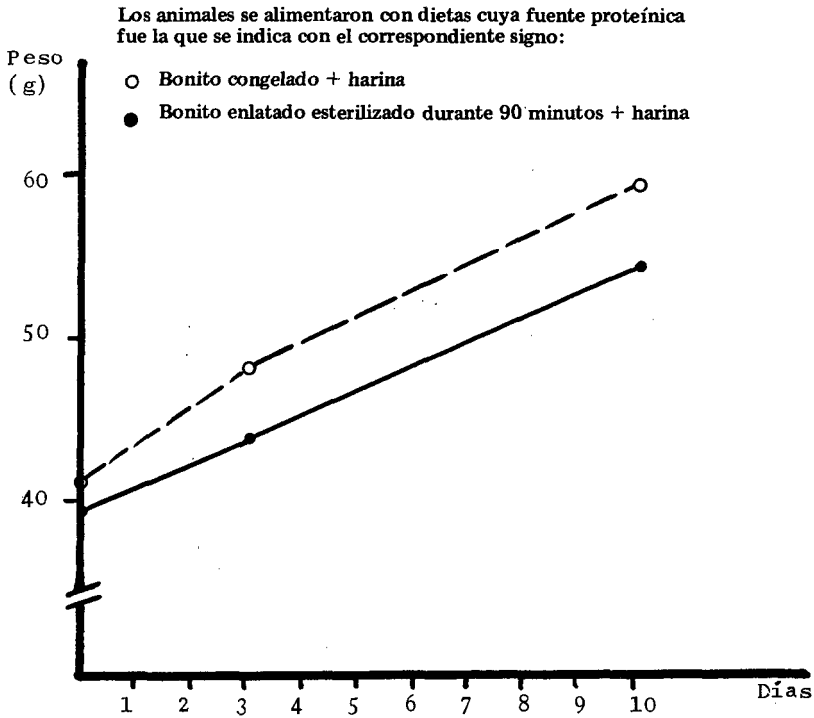


FIGURA 3

Evolución ponderal cuando la fuente proteínica de la dieta era bonito + harina de trigo

TABLA 4

INCREMENTO DE PESO E INGESTA DE RATAS ALIMENTADAS CON LA DIETA CUYA FUENTE PROTEINICA ERA BONITO + HARINA DE TRIGO PANIFICABLE

Fuente proteínica	Incremento de peso (g/día)	Sustancia seca ingerida (g/día)
Bonito congelado + harina	$1.8 \pm 0.2$	$8.0 \pm 0.3$
Bonito enlatado, esterilizado a $115^{\circ}\text{C}$ durante 90' + harina	$1.5 \pm 0.1$	$7.6 \pm 0.3$

Valores médios de 12 animales  $\pm$  EE.

Esta interpretación estaría acorde con los resultados que los autores observaron en otro trabajo (17), en el que pudo comprobarse que ese tiempo de esterilización deterioraba la utilización metabólica de la proteína.

### SUMMARY

#### PROTEIN EFFICIENCY OF CANNED TUNA (*Thunnus alalunga*) FOR ANIMAL GROWTH

The effect of the manufacturing process on canned tuna (*Thunnus alalunga*) by the sterilization procedure at 115°C for 60 and 90 minutes on its protein quality was studied. Protein quality was mainly evaluated according to its efficiency for animal growth.

Protein from food obtained by the sterilization procedure at 115°C for 60 minutes was similar for animal growth to that from a standard casein-methionine diet. No changes in digestibility and biological values were found between both proteins. Nevertheless, when the sterilization procedure was prolonged up to 90 minutes, the protein suffered modifications. Thus, protein digestibility decreased in spite of the fact that protein digestibility remained unmodified. On the other hand, introduction of the mixed protein into a diet based on flour plus tuna sterilized at 115°C for 90 minutes, was not capable of maintaining the optimum patterns for weight evolution.

### BIBLIOGRAFIA

1. Seet, S. T. & W. D. Brown. Nutritional quality of raw, precooked and canned albacore tuna (*Thunnus alalunga*). *J. Food Sci.*, 48:288-289, 1983.
2. Staron, T. Les nouvelles sources de proteines alimentaires. Brussels. *Recueil de Travaux et Conferences*, 1977.
3. Thomson, L. U., R. L. Rea & D. J. A. Jenkins. Effect of heat processing on hemagglutinin activity in red kidney beans. *J. Food Sci.*, 48:235, 1983.
4. Del Valle, F. R., M. L. Pico, J. L. Camacho & H. Bourges. Effect of processing parameters on trypsin inhibitor and lectin contents of tortillas from whole raw corn-soy bean mixtures. *J. Food Sci.*, 48:246-249, 1983.
5. Andreiux, C., L. Guegen & E. Sacquet. Influence du mode de stérilisation des aliments sur l'absorption de minéraux chez la rat axenique et haloxenique. *Ann. Nutr. Alim.*, 33:1257, 1979.
6. Bender, A. E. Processing damage to protein food. *J. Food Technol.*, 7:239, 1972.
7. Chen, J. Y., K. Bohnsack & T. P. Labuza. Kinetics of protein quality loss in enriched Pasta stored in a sine wave temperature condition. *J. Food Sci.*, 48:460-464, 1983.
8. Hurrel, R. F., K. J. Carpenter, W. J. Sinclair, M. S. Otterburn & R. S. Asquith. Mechanisms of heat damage in proteins. The significance of lysine-containing isopeptides and of lanthionine in heated proteins. *Brit. J. Nutr.*, 35:383-395, 1976.

9. Johnson, G. H., D. H. Baker & E. G. Perkins. Nutritional implications of the Maillard reaction: The availability of fructose-phenylalanine to the chick. *J. Nutr.*, **107**:1659-1664, 1977.
10. Nesheim, M. C. & K. K. Carpenter. The digestion of heat-damaged protein. *Br. J. Nutr.*, **21**:399, 1967.
11. Pion, R. & E. M. Pereira. Effects de traitements technologiques sur l'utilisation digestive et métabolique des acides aminés de quelques aliments protéiques. *Ann. Nutr. Alim.*, **32**:339, 1978.
12. National Research Council. **Nutrient Requirements of Laboratory Animals.** (3a ed. rev.). Washington D. C., National Academy of Sciences, 1978, p. 7-37.
13. Castrillón, A. M., Ma. P. Navarro, J. M. Gallardo, R. M. Ortega, R. Pérez Martín & G. Varela. **Influencia del Proceso de Preparación de las Conservas de Pescado en su Calidad y Valor Nutritivo.** Presentado en: Valencia, Simposio MOCCA, noviembre de 1984.
14. Thomas, K. *Arch. Ant. Physiol. Lpz. Physiol. Abstr.*, 219, 1909.
15. Mitchell, H. H. A method for determining the biological value of proteins. *J. Biol. Chem.*, **58**:873-907, 1923.
16. Parnas, J. & R. Wagner. Urber die Ausfuehrung vos bestimmungen Kleiner Stickstoffmengen nach Kjeldahl. *R. Biochem Ztschr.*, **125**:253-256, 1921.
17. Navarro, Ma. P., A. Ma. Castrillón, R. M. Ortega, J. M. Gallardo & G. Varela. **Modificaciones que Sufre la Utilización Nutritiva de la Proteína del Pescado en Función del Tiempo de Esterilización de su Conserva.** Presentado en: Valencia, Simposio Internacional MOCCA, noviembre de 1984.