

## Contenido de proteínas y perfil de aminoácidos del atún (*Thunnus thynnus*): efecto de tres métodos de cocción

María Allara, J. Añez, P. Delgado, Pedro Izquierdo y Gabriel Torres

*Unidad de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Veterinarias. La Universidad del Zulia. Apartado 15252. Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.  
Telf. (061) 596144-596110-596188. Fax (061) 596158- 596100- 596101.  
E-mails: poic@telcel.net.ve allara@mipunto.com*

### Resumen

Se determinó el efecto de tres métodos de cocción sobre el porcentaje de proteínas y el perfil de aminoácidos de la carne de atún, un alimento de elevado consumo en Venezuela. Se analizaron 64 muestras de atún de similar peso y talla, sometidas a diferentes tipos de cocción: frito en aceite vegetal (AF), hervido (AH) y al microondas (AM); que fueron comparadas con muestras de atún crudo (AC), o grupo control. El porcentaje de proteínas se determinó siguiendo la metodología recomendada por la A.O.A.C. y el perfil de aminoácidos mediante HPLC. El AC presentó un contenido de proteínas de 23,45%; el AH, de 26,53%; el AF 31,17% y al AM 36,37%. El contenido de aminoácidos esenciales en todas las muestras fue superior a los requerimientos establecidos por la FAO y la OMS, con excepción de los aminoácidos Val y Leu. La Ile es el aminoácido que se encuentra en mayor concentración en el AC 8,1 g/100 g de proteína, mientras que la Met se encuentra en menor concentración 3,0 g/100 g de proteína. En los tres tratamientos la Met presentó la menor concentración 2,083 (AH), 2,690 (AF) y 3,928 (AM) g/100 g de proteína, y la Ile se encuentra en mayor concentración en el AH y AM 7,778 y 8,861, respectivamente. Se concluye que los tratamientos AF y AM afectan en forma significativa el contenido de proteínas de la carne de atún y que los tratamientos AF, AM y AH, no modificaron el perfil de aminoácidos esenciales.

**Palabras clave:** Atún, proteínas, perfil de aminoácidos, cocción.

## Protein content and amino acid profile of Tuna (*Thunnus thynnus*) meat: Effects of three cooking methods

### Abstract

Effects of three cooking methods on protein percentage and amino acid profile of tuna meat was determined. Tuna meat is highly consumed in Venezuela. A total of 64 samples of tuna of similar weight and size were cooked by three different methods: fried in vegetable oil (AF), boiled in water (AH) and microwave cooked (AM); the samples were compared with raw tuna samples (AC) as a control treatment. Protein percentage was measured using the methodology recommended by the A.O.A.C. and amino acid profile was determined by means of HPLC. AC presented a protein content of 23.45%, AH had 26.53%, AF had 31.17% and AM tested 36.37%. Essential amino acids content in all samples was higher than the minimum values accepted by FAO and OMS, except for the amino acids Val and Leu. Ile is the most abundant amino acid in AC 8.1 g/100 g of protein, while Met is the least concentrated 3.0 g/100 g of protein. In all treatments Met had the minor concentration 2.083 (AH), 2.69 (AF) and 3.928 (AM) g/100 g of protein respectively, and Ile had highest concentrations in AH and AM, with 7.778 and 8.861. It can be concluded that treatments AF and AH affect protein content in a significant way, and treatments AF, AM and AH, do not modify the amino acid profile of tuna meat.

**Key words:** Tuna, protein, amino acid profile, cooking.

### Introducción

El pescado, junto con la carne de res y de pollo, está ubicado en la categoría de los alimentos que contienen mayor cantidad de proteína animal de alto valor nutritivo. Su composición de aminoácidos es similar a la carne de res, por lo que su consumo representa una forma muy efectiva de suplir todos los aminoácidos requeridos por el hombre. El atún, igual que otras especies de pescado, se caracteriza por tener proteínas de excelente calidad cuyos aminoácidos son, en su mayor parte, esenciales para la alimentación humana (7).

La actividad pesquera en las zonas costeras de Venezuela ha venido registrando un progresivo incremento en los últimos años, que ha llevado al país a ocupar una posición importante entre los productores y consumidores de pescado de Latinoamérica (5, 6). Una de las especies

de mayor consumo en el país es el atún, perteneciente a la familia *Scombridae*, con un potencial pesquero estimado de 65.880TM para el año de 1995 (11). En el país la producción de atún durante 1990-1994 representó aproximadamente el 23% de la producción nacional pesquera (10).

La mayor parte de las preparaciones a la que se somete el pescado implica la utilización de diferentes métodos de cocción previo a su consumo, como es el caso de la fritura, una de las formas más utilizadas para cocinar el pescado en Venezuela (8). Otras formas de preparación del pescado es hervido en agua, alcanzando una temperatura de 100°C, con lo cual se coagulan sus proteínas sin cederlas al caldo. La cocción del pescado en el horno microondas, permite que las ondas electromagnéticas eleven su temperatura y que éstas se propaguen por todo el alimento por conducción (2).

Es importante evaluar los efectos que pueden causar en el contenido de proteínas de la carne de

atún éstos tres tratamientos de cocción, así como también evaluar si los cambios producidos influyen en la calidad nutritiva de su carne, particularmente, en el perfil de aminoácidos.

## Materiales y Métodos

### Recolección de la muestra

Se analizaron 64 muestras de músculo dorsal de Atún (*Thunnus thynnus*), de un peso aproximado de 250 g, provenientes de las costas del estado Falcón y adquiridas en diferentes mercados de la ciudad de Maracaibo, donde se expenden refrigeradas. Una vez obtenidas las muestras, se transportaron en bolsas plásticas al laboratorio en un lapso de tiempo menor a 30 minutos.

Cada muestra fue dividida en cuatro porciones iguales, una de las porciones fue tomada como control llamada Atún crudo (AC); el resto de las porciones de cada muestra fue sometida a los siguientes tratamientos:

- **Tratamiento 1** hervido (AH): Una porción de atún fue introducida en un recipiente con agua hirviendo (100°C) por un lapso de tiempo de 10 minutos aproximadamente.
- **Tratamiento 2** frito en aceite (AF): La porción de atún fue sumergida en aceite vegetal marca del Rey®, por un lapso de tiempo de 12 minutos aproximadamente, alcanzando una temperatura de 90°C medida en el centro de la carne con una termocupla marca Cooper®.
- **Tratamiento 3** microondas (AM): La porción de atún se colocó en un microondas modelo Bioplus marca Emerson®, por un tiempo de 5 min.

Una vez aplicados los diferentes tratamientos, se procedió a triturar las muestras en una licuadora marca Oster®, introduciendo cada muestra por separado hasta su completa homogeneización; luego fueron colocadas en bolsas plásticas que se guardaron en un congelador a -10°C hasta su procesamiento. A todas las muestras se les realizó por triplicado, el contenido de proteínas y el perfil de aminoácidos.

### Contenido de proteínas

Se determinó el contenido de proteínas y humedad según el método recomendado por la Asoc-

ciación Americana de Química Analítica (AOAC) (1) de Macro-Kjeldahl (N x 6,25).

### Determinación del perfil de aminoácidos esenciales

#### Preparación de la muestra

Las muestras fueron hidrolizadas a 110°C durante 22 horas en ácido clorhídrico (HCl) 6 N, neutralizadas y su pH ajustado a 2,2 con buffer citrato 0,02 N. Luego se aforo el volumen a 100 mL con el mismo buffer; una alícuota de 10 mL fue filtrada a través de un filtro Millipore de m de poro. Los hidrolizados fueron derivatizados usando orto-ftalaldehído (OPA), siguiendo la metodología de Umagat y col (15).

#### Separación cromatográfica

Para el análisis se utilizó un Cromatógrafo Líquido Shimadzu®, integrado por dos bombas LC-6A, una columna Alltex Ultrasphere ODS de 12,5 cm partículas de sílica de 5m de diámetro, y un detector de fluorescencia FLC-6A. El flujo fue constante a 1mL/min. La preparación de solventes, así como el gradiente, fue una modificación del método propuesto por Umagat, realizada por Torres y col (13). La identificación y cuantificación de los aminoácidos se realizó por comparación con los tiempos de retención del estándar AA Sigma®.

#### Análisis estadístico

El experimento se hizo utilizando un diseño experimental aleatorizado. Se realizaron análisis de varianza para determinar variaciones significativas del contenido de proteínas con relación a un control (AC). Luego se realizaron pruebas de diferencia de media (Dunnet) (12), para determinar diferencias significativas, con un nivel de significación de 0,05, entre los distintos tratamientos.

## Resultados y Discusión

La TABLA 1 presenta los contenidos de proteínas y humedad de la carne de atún (*Thunnus thynnus*) cruda (AC), y los cambios que se producen en ésta por efecto de tres métodos de cocción (AH, AF y AM). En el AC, el componente más abundante es el agua, con un valor promedio de 71,45%, similar al reportado en otras especies de

TABLA 1. Valores de proteínas y humedad expresados en g/100g de muestra de la carne de Atún de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Proteína	Humedad	H/P*
Crudo	23,45 <sup>a</sup>	71,45 <sup>c</sup>	3,04
Hervido	26,53 <sup>a</sup>	68,60 <sup>b</sup>	2,58
Frito	31,17 <sup>b</sup>	60,95 <sup>b</sup>	1,19
Microondas	36,37 <sup>c</sup>	57,08 <sup>a</sup>	1,57

Promedios con superíndices distintos en una misma columna, difieren significativamente ( $P < 0,05$ ). \*Producto de la relación humedad/proteína.

pescado como armadillo (*Hypostomus watwata*), bocachico (*Prochilodus reticulatus*), cachama (*Colossoma macropomum*), corvina (*Cynoscion macraiboensis*), lisa (*Mugil curema*), mero (*Epinephelus striatus*), trucha (*Oncorhynchus mykiss*), con un rango entre 70,49% y 78,64% (9).

Los métodos de cocción AF y AM afectaron en forma significativa el contenido de humedad del atún, obteniéndose valores de 60,95% y 57,08%, respectivamente. En el AF, la disminución de humedad puede explicarse por la intensa deshidratación que ocurre en el interior del músculo por elevación de la temperatura (9), mientras que al microondas, la disminución se produce por la interacción de las microondas con las moléculas de agua que generan calor por fricción molecular (2). En el AH la humedad no varió en comparación con el AC; esto podría deberse a que el medio en el que se realizó la cocción no provoca deshidratación (9).

El contenido de proteínas del AC fue de 23,45%, valor ligeramente superior al reportado en la carne de pollo y de cerdo, que contienen entre 19 y 20% y de bovino entre 20 y 22% (3), esto podría explicar el motivo por el cual la carne de atún constituye en algunos países la fuente principal de proteína animal (7). Se encontraron diferencias significativas en el contenido de proteínas del atún sometido a los diferentes métodos de cocción, con valores de 26,53% en el AH; 31,17% en el AF y 36,37% en el AM, este incremento podría explicarse por efecto del calor que produce deshidratación de la carne y concentración de sus constituyentes.

En la misma TABLA 1 se aprecia la relación humedad/proteína o índice de jugosidad. El AC

se obtuvo el valor de 3,04, similar a los encontrados por otros autores para otras especies de pescado, así como para otros tipos de carne como la de pollo, vacuno y oveja (9). Se puede observar que el AH presentó el mayor índice de jugosidad, seguido por el AM y el de menor índice fue el AF, esto se puede explicar por la pérdida de agua que sufre la carne de atún al ser sometida a los distintos procesos de cocción.

En la TABLA 2 se presentan los valores promedio de los aminoácidos esenciales del AC, AH, AF y AM, expresados en g de aminoácido/100 g de proteína. El AC presenta 47,188 g de aminoácidos esenciales totales/100 g de proteína, valor semejante al reportado en otras especies de pescado de importancia económica en Venezuela, como por ejemplo: 26,79 para la especie armadillo (*Hypostomus watwata*) y 46,7 para la especie merluza (*Merluccius albidus*) (9). El AH presenta 43,276 g de aminoácidos esenciales por 100 g de proteína, el AF 42,38 y al AM 48,984; este incremento podría explicarse por la concentración de los constituyentes de la carne por efecto de los tratamientos aplicados. Sin embargo, a pesar de estas diferencias en los totales de aminoácidos esenciales entre los distintos tratamientos, no se encontró diferencias entre los contenidos de cada aminoácido esencial en ninguno de los tratamientos en comparación con el AC; se podría decir que ninguno de los distintos tratamientos aplicados afecta el contenido de aminoácidos esenciales.

En la TABLA 3 se muestran los valores promedio de los aminoácidos esenciales del AC y de los tres tratamientos que fueron aplicados, tomando como referencia los valores mínimos de ami-

TABLA 2. Contenido de Aminoácidos esenciales de la carne de Atún (g de aminoácido/100g de proteína)

Aminoácido	A. Crudo	A. Hervido	A. Frito	A. Microondas
His	7,733	6,550	7,776	8,738
Thr	6,555	5,639	4,737	6,918
Met	3,000	2,083	2,690	3,928
Val	3,833	3,380	3,136	4,136
Phe	5,200	4,888	5,701	5,376
Leu	6,033	5,618	5,80	6,236
Ile	8,133	7,778	7,160	8,861
Lys	6,701	7,340	5,380	4,791
Total	47,188	43,276	42,380	48,984

TABLA 3. Valores promedios del contenido de aminoácidos esenciales (ae) en las especies estudiadas y otros alimentos, expresados en mg de aminoácido/g de proteína.

Aminoácido	AC	AF	AM	AH	FAO 1973 <sup>1</sup>	NAS 1980 <sup>2</sup>
His	77	77	87	65	0	17
Tre	65	47	69	56	40	35
Phe+ Tir	52*	57*	53*	49*	60	73
Met+Cys	30*	27*	39*	21*	35	26
Val	38	31	41	33	50	48
Ile	81	71	88	77	40	42
Leu	60	58	62	56	70	70
Lys	67	53	47	73	55	51

ly 2 Valores tomados de referencia 4. \*Estos valores no incluyen a los aminoácidos Tirosina (Tir) y la Cisteína (Cys).

noácidos esenciales que deben tener los alimentos, de acuerdo con la FAO y el NAS. Los resultados mostraron concentraciones de Histidina (His), Treonina (Tre), Isoleucina (Ile) y Lisina (Lys), superiores a los valores de referencia, expresados en mg de aminoácido /g de proteína (4). Se encontraron valores inferiores a los patrones de referencia en aminoácidos tales como: Fenilalanina (Phe), Valina (Val) y Leucina (Leu). En la Metionina (Met) se encontraron proporciones similares a las recomendadas. Estos resultados son similares a los encontrados en las especies de pescado cachama (*Colosoma macropomun*), lisa (*Mugil curema*), robalo (*Centropomus undecimalis*) y trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (9).

En el AC el aminoácido esencial que presenta mayor concentración es la Isoleucina, con 81 mg de aminoácido /g de proteína; la Metionina pre-

senta la menor concentración. En el atún sometido a los tres tratamientos de cocción se observa un comportamiento similar, es decir, el aminoácido metionina se encuentra en menor concentración en el AH, AF y el AM, con valores de 21, 27 y 39, respectivamente. En el AH y al AM el aminoácido Isoleucina presenta la mayor concentración, 77 y 88, respectivamente. Se resalta el contenido del aminoácido esencial Lisina, en virtud del beneficio que podría aportar a los regímenes de poblaciones que tienen a los cereales como base de su alimentación (9).

Los valores de los aminoácidos Cys y Tir, denominados semiesenciales, no están incluidos en los resultados reportados para el AC, AF, AM y AH de la TABLA 3 ya que el patrón utilizado para la cuantificación solo contiene los esenciales. Se reportan en la tabla porque la FAO y el NAS los re-

fiere por su importancia como precursores de los esenciales Phe y Met (14).

## Conclusiones

- El contenido de proteínas de la carne de Atún se ve afectado por los tratamientos aplicados: Atún Frito (AF) y Atún Microondas (AM). En ambos el contenido aumentó.
- El contenido de proteínas de la carne de Atún no se afectó con el tratamiento Atún Hervido (AH).
- El contenido de agua de la carne de Atún disminuyó por la deshidratación del tejido en todos los tratamientos.
- Se encontraron diferencias significativas entre el contenido de humedad en los tratamientos Atún Frito (AF) y Atún Microondas (AM).
- El perfil de aminoácidos esenciales de la carne de Atún Cruda (AC) tiene concentraciones superiores o iguales, a las requeridas por la FAO y el NAS en los alimentos, con excepción de los aminoácidos Phe, Val y Leu que presentan concentraciones inferiores.
- Los tratamientos de cocción: Atún Frito (AF), Atún Microondas (AM) y Atún Hervido (AH), no modificaron el perfil de aminoácidos esenciales.

## Recomendaciones

Con base en los objetivos alcanzados en este trabajo, se puede recomendar:

- El consumo de la carne de atún, cuyo contenido de proteínas es igual o superior al de otras carnes, tales como pollo y cerdo. Igualmente, porque el perfil de aminoácidos esenciales de sus proteínas satisface los parámetros recomendados por asociaciones internacionales de alimentos.
- El estudio de la carne de atún sometida a tratamientos de conservación, como por ejemplo enlatados.
- Realizar el estudio del perfil de aminoácidos en otros tipos de pescado, sometidos a los mismos tratamientos de cocción utilizados en el presente trabajo.

## Agradecimiento

Los autores agradecen al CONDES –LUZ por su apoyo financiero para la realización de este trabajo.

## Referencias Bibliográficas

- [1] **Association of Official Analytical Chemist (AOAC)**. (1990). *Official Methods of Analysis*. 15 Ed. Washington. DC. (USA). pp.1113-1117.
- [2] CERVERA, P.; CLAPES, J.; RIGOLFAS, R. (1993). **Alimentación y Dietoterapia**. 2da Edición. España. Interamericana. Mc Graw-Hill. pp. 178,182-183,189-192,371-372.
- [3] FAO/WHO/ONU. (1985). **Energy and Protein requirements**. Geneva. FAO/WHO and United Nations University. Report N°724. Fennema, O. (1985) **Food Chemistry**. Part 1. 2<sup>nd</sup> Ed. New York: Marcel Dekker, Inc. (USA). pp 206,217,223,229,277.
- [4] FENOVEMA, O. (1985). **Food Chemistry**. Part 1. 2<sup>da</sup> Ed. New York: Marcel Dekker, Inc (USA) pp. 206, 217, 223, 229, 277.
- [5] FONAIAP. (1996) **Divulga**. 51 Edición Especial XXXV Aniversario FONAIAP: 29-31.
- [6] FONAIAP. (1997). **Divulga**. 57. Julio-Septiembre: 30.
- [7] GONZÁLEZ, D. (1998). **Composición química y Bioquímica del Atún. Cambios en su procesamiento**. Tesis de Posgrado. Ciencia y Tecnología de Alimentos. UCV. Facultad de Ciencias. Caracas.
- [8] IZQUIERDO, P.; TORRES, G.; GONZÁLEZ, E.; BARBOZA, Y.; MÁRQUEZ, E.; ALLARA, M. (1999). "Efecto de dos tipos de Cocción sobre la Composición Química y Perfil de Ácidos Grasos de filetes de Corvina". **Revista Científica, FCV-LUZ**. Vol. 9. N° 5: 367-371.
- [9] IZQUIERDO, P.; TORRES, G.; ALLARA, M.; BARBOZA, Y.; SÁNCHEZ, E. (2000). Análisis proximal, perfil de aminoácidos esenciales y contenido de calcio, fósforo, manganeso, hierro y magnesio de doce especies de pescado. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. 2000. Vol 50, N°2: 187-194.
- [10] JIMÉNEZ, L. (1998). **Industrialización y comercialización del atún en Venezuela**. Tesis de postgrado. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. UCV. Facultad de Ciencias. Caracas.
- [11] ROBAINA, G. (1995). Biomasa pesquera potencial en las costas venezolanas. **Carta Ecológica**. N° 73: 4-9.

- [12] Statistical Analysis Systems Institute (1985). **User's guide: Statistic**. Versión 5. Carry Ed. (USA).
- [13] TORRES, G.; GÓMEZ, O.; MÁRQUEZ, E. (1994). Análisis de aminoácidos por Cromatografía Líquida de Alta Resolución usando un gradiente binario y un sistema ternario de solventes. **Acta Científica Venezolana**. 45(1): 313.
- [14] RIIS, P.M. (1993). **Dynamic Biochemistry of animal production**. Editorial Elsevier. Amsterdam pp. 151,152,153.
- [15] UMAGAT, H.; KUCERA, P. (1982). Total aminoacid analysis using pre-column fluorescence derivatization. **Journal of Chromatography**.2(39): 463-474.
-