

# Nota. Efecto de la cocción y posterior almacenamiento sobre los lípidos del músculo de la albacora (*Thunnus alalunga*)

S. Aubourg y J. M. Gallardo

Instituto de Investigaciones Marinas del CSIC. Muelle de Bouzas, s/n. 36208 VIGO.

Original recibido 8-02-1989. Versión revisada 23-06-1989

## RESUMEN

Muestras crudas y cocidas del músculo de la albacora se mantuvieron cuatro días a temperatura ambiente a la acción del aire. El estudio se realizó en tres partes distintas del músculo (tronco, tarantelo y ventresca). Los análisis efectuados fueron: contenido lipídico, índice de yodo, índice de peróxidos, ácidos grasos libres, esteroides, fosfolípidos y triglicéridos. En las muestras crudas se obtuvieron contenidos superiores en lípidos totales y triglicéridos; mientras que el índice de yodo fue inferior. Entre las distintas zonas del músculo, destaca la ventresca por su alto contenido en lípidos y en triglicéridos, y por su superior índice de peróxidos.

## Effect of cooking and subsequent storage on albacore (*Thunnus alalunga*) muscle lipids

### ABSTRACT

Raw and cooked samples of the albacore muscle were kept during four days at room temperature and open air. The study was carried out on three different parts of the albacore muscle (back muscle, ventral muscle and belly flap muscle). Analyses comprised lipid content, iodine value, peroxide value, fatty acids and lipid classes (free fatty acids, sterols, phospholipids and triglycerides). Comparing with the cooked samples, the raw ones showed higher content on total lipids and triglycerides; while the iodine value was lower. A higher content on lipids and triglycerides and a higher peroxide value was observed in the belly flap muscle.

### INTRODUCCION

El tiempo de almacenamiento del pescado y sus productos derivados está limitado por el desarrollo de la rancidez. Esto es debido no sólo a su gran contenido en grasa con alto grado de insaturación, sino

también a la actividad de biocatalizadores existentes en la naturaleza (Pearson *et al.*, 1977).

El desarrollo de la rancidez puede ser causado por cambios en los lípidos de tipo hidrolítico, o de tipo oxidativo (Mauron, 1977). La rancidez hidrolítica incluye hi-

drólisis química o enzimática para producir principalmente ácidos grasos y glicerina, mientras que la rancidez oxidativa se produce en presencia de metales y otros catalizadores y en la adición de oxígeno a las insaturaciones existentes en los lípidos (Chapman *et al.*, 1976).

La cocción, o cualquier otro tratamiento térmico es el método más frecuentemente utilizado para evitar los cambios enzimáticos de las muestras biológicas durante el almacenamiento. Se han desarrollado métodos con objeto de elucidar el efecto de la cocción sobre la oxidación lipídica y el desarrollo de la rancidez en el pescado destinado a la congelación (O'Brien *et al.*, 1969; Bosund y Gamrot, 1973; Kinsella, 1973) o al enlatado (O'Brien *et al.*, 1973; Slabyj y True, 1973; Slabyj *et al.*, 1973; Slabyj *et al.*, 1973; Slabyj *et al.*, 1973).

Sin embargo, poco se sabe sobre el efecto que sobre los lípidos tiene la cocción y un subsiguiente período de almacenamiento a temperatura ambiente antes del enlatado del pescado. Estas rancidificaciones ocurren, en las industrias de pescado crudo o cocido, permitiendo el almacenamiento a temperatura ambiente durante períodos de tiempo antes de la cocción. En este respecto, Slabyj y True (1973) encontraron que a 0°C y con alta concentración salina, la sardina podría almacenarse tres días, mientras que a 7°C y con alta concentración salina debe ser almacenada durante 36 horas.

El tiempo durante el cual el pescado está expuesta al aire y a la temperatura ambiente antes de su elaboración puede tener desventajas, ya que durante este tiempo la velocidad de oxidación lipídica es mayor que la velocidad de hidrólisis.

drólisis química o enzimática de los lípidos para producir principalmente ácidos grasos y glicerina, mientras que la rancidez oxidativa se produce en presencia de enzimas y otros catalizadores y consiste en la adición de oxígeno a las insaturaciones existentes en los lípidos (Cheftel y Cheftel, 1976).

La cocción, o cualquier otro tipo de tratamiento térmico es el método empleado más frecuentemente para evitar cambios enzimáticos deteriorativos en muestras biológicas durante su almacenamiento. Se han desarrollado muchos estudios con objeto de elucidar el efecto de la cocción sobre la oxidación lipídica y sobre el desarrollo de la rancidez en pescado destinado a la congelación (Bosund y Ganrot, 1969; Bosund y Ganrot, 1970; Keller y Kinsella, 1973) o al enlatado (Joshi y Saralaya, 1982; Slabyj y True, 1978).

Sin embargo, poco se sabe acerca del efecto que sobre los lípidos tiene la cocción y un subsiguiente período de almacenamiento a temperatura ambiente previo al enlatado del pescado. En algunas ocasiones ocurre, en las industrias, que el material crudo o cocido, permanece a temperatura ambiente durante distintos períodos de tiempo antes del enlatado. A este respecto, Slabyj y True (1978) demostraron que a 0°C y con alta concentración salina, la sardina podría aguantar hasta tres días, mientras que a 7°C y baja concentración salina debe ser enlatada antes de 36 horas.

El tiempo durante el cual la albacora está expuesta al aire y a la temperatura ambiente antes de su elaboración, puede tener desventajas, ya que durante la cocción la velocidad de oxidación es moderada, mientras que la velocidad de reacción de

productos de oxidación lipídica con proteínas es muy elevada (Pokorny y Davidek, 1979).

En el presente trabajo, se expuso albacora cruda y cocida a temperatura ambiente y a la acción del aire durante un período de cuatro días. Se realizó un análisis de los lípidos en tres zonas del músculo (tronco, tarantelo y ventresca) con objeto de establecer las posibles diferencias a nivel de localización. Los análisis llevados a cabo fueron: contenido lipídico, índice de iodo, índice de peróxidos, clases de lípidos (ácidos grasos libres, esteroides, fosfolípidos y triglicéridos) y ácidos grasos constituyentes.

## MATERIALES Y METODOS

### Materia prima

La albacora (*Thunnus alalunga*) analizada en este trabajo fue capturada en las inmediaciones del punto 43N y 27W durante junio de 1985. El pescado fue guardado en cajas y transportado en hielo durante 10 días. Al llegar al laboratorio se congeló a -40°C y se almacenó a -18°C durante 6 meses.

Se emplearon seis especímenes de tallas comprendidas entre 52 y 58 cm, y de pesos entre 5.5 y 6.0 kg. Con objeto de descongelarlos se dejaron a temperatura ambiente durante 12 horas. Después, el pescado se descabezó, evisceró y, finalmente, se trocó el músculo.

Una fracción del pescado (aproximadamente la mitad) se expuso al aire durante 4 días a temperatura ambiente (14°C). La otra fracción se elaboró en planta piloto de acuerdo con el siguiente procedimiento: se coció (a 102-103°C) con vapor hasta llegar a obtener una temperatura interna de 65°C (90 minutos); después se dejó enfriar durante 5 horas hasta llegar a temperatura ambiente (14°C); en ese momento se expuso al aire de igual forma que el crudo

durante 4 días.

Terminados los tiempos de exposición, cada tipo de muestra (cruda y cocida) se dividió en tres grupos. Dentro de cada uno de estos grupos de muestras se diferenciaron tres zonas distintas del músculo, conocidas en la bibliografía comercial como tronco, tarantelo y ventresca.

**Evaluación sensorial de la calidad**

Se trabajó con un grupo de 10 jueces entrenados. Se valoraron aspecto, olor, color y textura, con escala de 1 a 9 puntos, de acuerdo con la tabla general de Karlsruhe (Wittig de Pena, 1981).

**Métodos**

Extracción y determinación lipídicas. — Los lípidos se extrajeron de las muestras mediante el método de Bligh y Dyer (1959). Una alícuota del extracto se llevó a peso constante mediante una corriente de nitrógeno con objeto de obtener el contenido lipídico.

Métodos analíticos. — El índice de yodo (II) y el índice de peróxidos (IP) se determinaron de acuerdo con el método de Cocks y Van Rede (1966).

El contenido en ácidos grasos libres (AGL) se determinó mediante el método de Lowry y Tinsley (1976), basado en la formación de un complejo con (AcO)<sub>2</sub>Cu-Piridina.

Los esteroides (E) se determinaron mediante el método de Huang et al. (1961), basado en la reacción de Liebermann-Buchardt.

Los fosfolípidos (F) se determinaron mediante el método de Raheja et al. (1973) basado en la formación de un complejo con molibdato amónico.

Con objeto de medir el contenido en triglicéridos (TG), esta clase se purificó previamente por cromatografía en capa fina utilizando placas de vidrio (20 x 20 cm) cubiertas con ácido silícico (E. Merck) con un espesor de 0.5 mm; como sistema eluyente se utilizó la mezcla hexano-éter etílico-ácido acético

(70-30-1) (v/v). Una vez purificados los TG, se aplicó el método de Vioque y Hofman (1962) para la medida de los enlaces éster.

Transesterificación de los extractos lipídicos y análisis y determinación de sus ácidos grasos. — Los extractos lipídicos se transesterificaron utilizando el complejo BF<sub>3</sub>-MeOH, de acuerdo con el método de Morrison y Smith (1964).

Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se analizaron en un cromatógrafo de gases Varian Vista 6000 equipado con una columna capilar flexible de 30 m (SP-2330; Supelco). Se realizó una separación isoterma a 190°C, con una temperatura de inyector de 220°C y una temperatura de detector de 230°C. Se usó como gas portador nitrógeno, con una velocidad lineal de flujo de 18 cm/s. Los distintos ácidos grasos constituyentes se identificaron por comparación directa con los tiempos de retención de patrones de mezclas de ésteres metílicos, incluyendo el PUFA número 1 de origen marino (Supelco), así como mediante la representación gráfica semilogarítmica de tiempos de retención frente a la longitud de la cadena carbonada (Ackman, 1969).

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Indices primarios**

En la tabla I se recogen los resultados para las muestras crudas (TR<sub>i</sub>, TA<sub>i</sub> y VE<sub>i</sub>) y para las cocidas (TR<sub>c</sub>, TA<sub>c</sub> y VE<sub>c</sub>) almacenadas todas ellas a temperatura ambiente y expuestas al aire durante 4 días. De ellos se deduce que hay diferencias en el contenido graso entre todas las zonas, siendo especialmente alto en la ventresca; asimismo, las muestras cocidas poseen niveles inferiores. A este respecto, Keller y Kinsella (1973) mostraron que la pérdida lipídica durante la cocción era proporcional al contenido lipídico inicial.

Muestra (g)
TR <sub>i</sub> . . . . .
TR <sub>c</sub> . . . . .
TA <sub>i</sub> . . . . .
TA <sub>c</sub> . . . . .
VE <sub>i</sub> . . . . .
VE <sub>c</sub> . . . . .

(a) <sub>i</sub>, muestras crudas  
(b) Valor medio de tres

En cuanto a las diferencias entre las muestras cocidas y crudas, se observan diferencias. Sin embargo, en las muestras de una zona, el índice de yodo es similar.

En relación con los valores en ambas zonas son similares. Unicamente se observan diferencias al comparar las muestras de las otras dos zonas, lo que puede deberse a su experiencia de oxidación (1973).

El análisis sensorial puso de relieve la deshidratación y un olor rancio en las muestras cocidas, lo que, en la experiencia de ligera deshidratación (1956) obtuvieron

Tabla I

CONTENIDO LIPIDICO (CL), INDICE DE IODO (II) E INDICE DE PEROXIDOS (IP) EN LAS MUESTRAS CRUDAS Y COCIDAS PERTENECIENTES A LAS TRES ZONAS ESTUDIADAS: TRONCO (TR), TARANTELO (TA) Y VENTRESCA (VE)

Muestra <sup>(a)</sup>	CL <sup>(b)</sup> (g/100 g músculo)	II <sup>(b)</sup>	IP <sup>(b)</sup> (meq/kg aceite)
TR <sub>i</sub> . . . . .	5'58 ± 0'14	153'9 ± 3'1	10'1 ± 0'5
TR <sub>c</sub> . . . . .	3'55 ± 0'23	161'3 ± 3'6	9'4 ± 0'6
TA <sub>i</sub> . . . . .	4'24 ± 0'25	145'7 ± 3'6	9'5 ± 0'7
TA <sub>c</sub> . . . . .	3'26 ± 0'13	156'4 ± 4'5	8'9 ± 0'5
VE <sub>i</sub> . . . . .	16'87 ± 0'84	150'3 ± 4'7	13'7 ± 0'9
VE <sub>c</sub> . . . . .	9'85 ± 0'32	160'8 ± 3'5	12'8 ± 1'0

(a) <sub>i</sub> muestras crudas; <sub>c</sub> muestras cocidas.

(b) Valor medio de tres determinaciones ± desviación estándar.

En cuanto al índice de iodo, en las muestras crudas únicamente hay diferencias entre tronco y tarantelo; entre las muestras cocidas no se encontraron diferencias. Sin embargo, las hay entre muestras de una misma zona, resultando el índice de iodo superior en las cocidas.

En relación con el índice de peróxidos, se observa que, al cabo de cuatro días, los valores en ambas muestras y en las diferentes zonas son considerablemente altos. Únicamente se encontraron diferencias al comparar las muestras de ventresca con las de las otras dos zonas, de acuerdo con la experiencia de que las zonas más externas se oxidan con mayor facilidad (Sweet, 1973).

El análisis sensorial de las muestras puso de relieve una considerable deshidratación y una incipiente alteración de tipo rancio en las muestras crudas, en cambio, en las cocidas, sólo se detectó una ligera deshidratación. Pigott y Stansby (1956) obtuvieron resultados similares al

mantener albacora y rabil durante cuatro días a 0°C.

### Lípidos

La tabla II recoge el contenido en las distintas muestras de los lípidos más importantes.

En el contenido en AGL se observan valores inferiores en la ventresca que en las otras dos zonas. Debido a la cocción el único cambio observado es el aumento en la ventresca, con lo cual la zona más externa habría sido la más dañada (Sweet, 1973).

Respecto a los fosfolípidos, se encuentran valores inferiores en la ventresca que en las otras dos zonas. Asimismo, al comparar muestras crudas y cocidas, se observan contenidos superiores en estas últimas. Esto está de acuerdo con las experiencias de Keller y Kinsella (1973), que tras emplear distintos métodos de cocción observaron que el contenido en fosfolípidos se mantenía aproximadamente igual; una explicación a esto es que los fosfolípidos del

Tabla II

CONTENIDO (g/100 g DE LÍPIDOS) DE ÁCIDOS GRASOS LIBRES (AGL), ESTEROLES (E), FOSFOLÍPIDOS (F) Y TRIGLICÉRIDOS (TG) EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

Muestra <sup>(a)</sup>	AGL <sup>(b)</sup>	E <sup>(b)</sup>	F <sup>(b)</sup>	TG <sup>(b)</sup>
TR <sub>i</sub> .....	8'69 ± 0'68	0'97 ± 0'21	3'42 ± 0'41	83'40 ± 1'16
TR <sub>c</sub> .....	9'80 ± 0'72	1'48 ± 0'25	9'83 ± 0'64	74'73 ± 1'04
TA <sub>i</sub> .....	8'13 ± 0'59	0'88 ± 0'17	3'00 ± 0'43	84'82 ± 1'09
TA <sub>c</sub> .....	9'40 ± 0'75	1'39 ± 0'21	9'18 ± 0'56	76'49 ± 1'18
VE <sub>i</sub> .....	3'30 ± 0'35	0'18 ± 0'06	0'89 ± 0'15	91'45 ± 1'20
VE <sub>c</sub> .....	6'08 ± 0'46	0'36 ± 0'09	4'31 ± 0'39	84'68 ± 1'22

(a) Identificación de las muestras en tabla I.

(b) Valor medio de tres determinaciones ± desviación estándar.

Tabla III

CONTENIDO DE LOS DISTINTOS ÁCIDOS GRASOS (AG) EN PORCENTAJE<sup>(a)</sup> EN LAS MUESTRAS CRUDAS

AG	Muestra <sup>(b)</sup>		
	TR <sub>i</sub>	TA <sub>i</sub>	VE <sub>i</sub>
12:0 .....	0'6 ± 0'1	0'8 ± 0'3	0'6 ± 0'2
14:0 .....	3'2 ± 0'3	2'7 ± 0'4	3'2 ± 0'3
14:1 .....	0'4 ± 0'2	0'5 ± 0'2	0'7 ± 0'3
15:0 .....	1'7 ± 0'4	1'1 ± 0'4	2'7 ± 0'6
15:1 .....	0'7 ± 0'2	1'6 ± 0'4	1'5 ± 0'4
16:0 .....	19'9 ± 0'8	16'9 ± 0'7	16'3 ± 0'7
16:1 .....	5'5 ± 0'4	7'1 ± 0'4	8'2 ± 0'3
17:0 .....	1'9 ± 0'3	1'9 ± 0'2	2'4 ± 0'3
17:1 .....	1'4 ± 0'2	1'6 ± 0'2	2'5 ± 0'3
18:0 .....	6'2 ± 0'5	5'6 ± 0'5	6'0 ± 0'4
18:1 .....	17'3 ± 0'7	17'7 ± 0'8	18'7 ± 0'8
18:2 .....	2'0 ± 0'4	3'3 ± 0'6	4'4 ± 0'7
18:3 .....	1'2 ± 0'2	1'6 ± 0'2	0'9 ± 0'2
20:1 .....	2'4 ± 0'3	3'1 ± 0'3	1'8 ± 0'2
18:4 .....	0'9 ± 0'1	1'6 ± 0'2	0'8 ± 0'3
22:0 .....	0'4 ± 0'1	0'8 ± 0'2	0'4 ± 0'2
22:1 .....	3'1 ± 0'3	3'8 ± 0'3	2'2 ± 0'3
20:4 .....	1'3 ± 0'2	1'5 ± 0'2	1'2 ± 0'1
20:5 .....	5'5 ± 0'6	5'5 ± 0'5	4'5 ± 0'4
24:1 .....	0'7 ± 0'2	0'5 ± 0'1	1'5 ± 0'2
22:4 .....	1'7 ± 0'3	1'2 ± 0'3	1'1 ± 0'1
22:5 .....	2'1 ± 0'2	1'8 ± 0'2	1'9 ± 0'3
22:6 .....	18'7 ± 0'6	16'6 ± 0'7	14'3 ± 0'5

(a) Valor medio de tres determinaciones ± desviación estándar.

(b) Identificación de las muestras en la tabla I.

CONTENIDO DE

AG  
12:0 .....

14:0 .....

14:1 .....

15:0 .....

15:1 .....

16:0 .....

16:1 .....

17:0 .....

17:1 .....

18:0 .....

18:1 .....

18:2 .....

18:3 .....

20:1 .....

18:4 .....

22:0 .....

22:1 .....

20:4 .....

20:5 .....

24:1 .....

22:4 .....

22:5 .....

22:6 .....

(a) Valor medio de

(b) Identificación de

músculo se encue  
zado (Hornsteig  
pierden más di  
ción. Asimismo  
concentración de  
del tejido musc  
Ganrot, 1970),  
la estabilidad d  
fosfolípidos, e  
(Oshima *et al.*

En cuanto a  
rencias zonales  
les de la ventres

Rev. Agroquím. T

Tabla IV

CONTENIDO DE LOS DISTINTOS ACIDOS GRASOS (AG) EN PORCINI EN LA H<sup>(a)</sup> Y EN LAS MUESTRAS TRAS COCIDAS

ESTEROLES (E), FOSFOLÍPIDOS (F), TRIGLICÉRIDOS (TG) <sup>(b)</sup>	Muestra <sup>(b)</sup>			
	AG	TR <sub>c</sub>	TA <sub>c</sub>	VE <sub>i</sub>
41 83'40 ± 1'16	12:0 . . . . .	—	0'3 ± 0'1	0'2 ± 0'1
64 74'73 ± 1'04	14:0 . . . . .	2'8 ± 0'3	3'0 ± 0'2	2'9 ± 0'2
43 84'82 ± 1'09	14:1 . . . . .	0'6 ± 0'2	0'4 ± 0'1	0'5 ± 0'1
56 76'49 ± 1'18	15:0 . . . . .	0'9 ± 0'2	0'9 ± 0'2	0'9 ± 0'1
15 91'45 ± 1'20	15:1 . . . . .	0'3 ± 0'1	0'8 ± 0'2	1'0 ± 0'2
39 84'68 ± 1'22	16:0 . . . . .	19'1 ± 0'7	19'2 ± 0'8	18'4 ± 0'6
	16:1 . . . . .	5'0 ± 0'3	5'2 ± 0'5	5'9 ± 0'5
	17:0 . . . . .	1'6 ± 0'3	1'5 ± 0'2	1'8 ± 0'2
	17:1 . . . . .	1'9 ± 0'2	1'0 ± 0'4	1'9 ± 0'3
	18:0 . . . . .	6'6 ± 0'4	6'3 ± 0'6	6'0 ± 0'6
	18:1 . . . . .	18'2 ± 0'6	18'5 ± 0'7	19'0 ± 0'7
	18:2 . . . . .	2'2 ± 0'3	2'2 ± 0'4	2'7 ± 0'3
	18:3 . . . . .	1'2 ± 0'2	1'0 ± 0'2	1'3 ± 0'2
	20:1 . . . . .	2'4 ± 0'4	2'7 ± 0'3	2'3 ± 0'4
	18:4 . . . . .	1'0 ± 0'2	1'1 ± 0'1	0'8 ± 0'2
	22:0 . . . . .	0'8 ± 0'1	0'5 ± 0'1	0'3 ± 0'1
	22:1 . . . . .	3'8 ± 0'4	3'3 ± 0'5	3'0 ± 0'2
	20:4 . . . . .	1'1 ± 0'3	1'3 ± 0'3	1'2 ± 0'2
	20:5 . . . . .	4'9 ± 0'3	5'8 ± 0'5	5'4 ± 0'5
	24:1 . . . . .	0'8 ± 0'2	0'4 ± 0'1	1'1 ± 0'2
	22:4 . . . . .	1'3 ± 0'3	1'4 ± 0'3	1'4 ± 0'2
	22:5 . . . . .	2'3 ± 0'4	1'7 ± 0'2	1'7 ± 0'3
	22:6 . . . . .	19'6 ± 0'9	19'9 ± 0'8	18'3 ± 0'8

(a) Valor medio de tres determinaciones ± desviación estándar.

(b) Identificación de las muestras en la tabla I.

músculo se encuentran en un estado enlazado (Hornstein *et al.*, 1961), por lo que se pierden más difícilmente durante la cocción. Asimismo, la cocción reduce la concentración de oxígeno y la permeabilidad del tejido muscular al oxígeno (Bosund y Ganrot, 1970), lo cual redundaría en favor de la estabilidad de los ácidos grasos de los fosfolípidos, especialmente insaturados (Oshima *et al.*, 1984).

En cuanto a los TG se observan diferencias zonales, destacando los altos niveles de la ventresca. Al comparar las mues-

tras crudas con cocidas se observan, en las primeras, niveles superiores. El hecho de que los lípidos neutros se pierdan más fácilmente durante la cocción que los lípidos polares, está de acuerdo con los resultados obtenidos por Campbell y Turkii (1967).

En relación con los esteroides, se observan valores más bajos que en los otros lípidos anteriormente mencionados. El contenido en esteroides totales sigue una pauta similar a los fosfolípidos. La ventresca es la zona con menor contenido, y debido a la

Tabla V

CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS SATURADOS (ST), MONOINSATURADOS (MI) Y POLIINSATURADOS (PI) EN PORCENTAJE<sup>(a)</sup> EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

Muestra <sup>(b)</sup>	ST	MI	PI
TRi	33'9 ± 1'6	31'5 ± 1'6	33'4 ± 1'5
TRc	31'8 ± 1'4	33'0 ± 1'6	33'6 ± 1'7
TAi	29'8 ± 1'7	35'9 ± 1'6	33'1 ± 1'7
TAc	31'7 ± 1'5	32'3 ± 1'7	34'4 ± 1'7
VEi	31'6 ± 1'8	36'9 ± 1'6	29'1 ± 1'6
VEc	30'5 ± 1'4	34'2 ± 1'6	32'8 ± 1'6

(a) Valor medio de tres determinaciones ± desviación estándar.

(b) Identificación de las muestras en la tabla I.

cocción, se producen aumentos en las tres zonas.

### Acidos grasos

En las tablas III y IV se recogen los contenidos de los ácidos grasos de las muestras crudas y cocidas, respectivamente. Desde el punto de vista cualitativo, la composición es similar, predominando en las tres zonas los siguientes ácidos: 16:0, 16:1, 18:0, 18:1, 20:5 y 22:6. En las zonas tarantelo y ventresca de las muestras cocidas se observan valores más altos de 16:0 y 22:6, e inferiores en 16:1.

Si se agrupan los ácidos grasos por grados de insaturación (tabla V), se deduce que sólo hay diferencias en los ácidos grasos monoinsaturados del tarantelo (inferiores en la muestra cocida), y en los ácidos poliinsaturados de la ventresca (superiores en la muestra cocida), lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos para el índice de iodo (tabla I), que es superior en las muestras cocidas.

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la financiación concedida por la Comisión Aseso-

ra de Investigación Científica y Técnica en el Proyecto de Investigación (PR 84-0043).

### BIBLIOGRAFIA

- ACKMAN, R. G. "Gas liquid chromatography of fatty acids and esters." En: *Methods in Enzymology*. (Ed. J. M. Lowenstein). Academic Press, New York (1969), 329-381.
- BLIGH, E. y DYER, W. "A rapid method of total lipid extraction and purification." *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37 (1959), 911-917.
- BOSUND, I. y GANROT, B. "Effect of pre-cooking of baltic herring on lipid hydrolysis during subsequent cold storage." *Lebensm. Wiss. Technol.*, 2 (1969), 59-61.
- BOSUND, I. y GANROT, B. "Effect of pre-cooking on lipid oxidation and storage life of frozen fish." *Lebensm. Wiss. Technol.*, 3 (1970), 71-73.
- CAMPELL, A. y TURKII, P. "Lipids of raw and cooked ground beef and pork." *J. Food Sci.*, 32 (1967), 143-147.
- CHEFFTEL, J. y CHEFFTEL, H. *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos*. Ed. Acribia, Zaragoza (España) (1976).
- COCKS, L. y VAN REDE, C. *Laboratory Handbook for Oil and Analysis*. Academic Press, New York (1966).
- HORNSTEIN, I., CROWE, P. y HEINBERG, M. "Fatty acid composition of meat tissue lipids." *J. Food Sci.*, 26 (1961), 581-586.
- HUANG, T., CHEN, C., WEFLER, V. y RAFTERY, A. "A stable reagent for the Liebermann-Buchardt reaction." *Anal. Chem.*, 33 (1961),

LAOS-LAOI  
 JOSHI, V. y SARAI  
 of precooking in  
 fluencing the pr  
 Agric. Sci., 16 (1  
 KELLER, J. y KINSI  
 and lipid oxidati  
 storage of raw p  
 (1973), 1,200-1,2  
 LOWRY, R. y TINSI  
 termination of fre  
 Soc., 53 (1976), 4  
 MAURON, J. "Physi  
 changes in food  
 Applied Science  
 gland (1977).  
 MORRISON, W. y N  
 acid methyl ester  
 lipids with boron  
 Res., 5 (1964), 60  
 OHSHIMA, T., W  
 "Preferential em  
 phatidylcholine  
 zen storage." *Holl  
 2,091-2,098.  
 PEARSON, A., LOV  
 med over flavor*

OS (MI) Y POLIINSATURADAS

PI
33'4 ± 1'5
33'6 ± 1'7
33'1 ± 1'7
34'4 ± 1'7
29'1 ± 1'6
32'8 ± 1'6

ntífica y Técnica  
stigación (PR 84-

AFIA

d chromatography of  
in: Methods in Enzy-  
wenstein). Academic  
329-381.

rapid method of to-  
purification." Can. J.  
959), 911-917.

Effect of pre-cooking  
hydrolysis during sub-  
ensm. Wiss. Technol.,

"Effect of pre-coo-  
and storage life of  
s. Technol., 3 (1970),

lipids of raw and coo-  
k." J. Food Sci., 32

I. Introducción a la  
e los Alimentos. Ed.  
) (1976)..

laboratory Handbook  
mic Press, New York

y HEINBERG, M.  
meat tissue lipids." J.  
6.

EFLER, V. y RAF-  
for the Liebermann-  
Chem., 33 (1961),

Aliment., 29/4 (1989)

1.405-1.407.  
JOSHI, V. y SARALAYA, K. "Studies on the effect of precooking in sardine canning: V. Factors influencing the precooking effect." Mysore J. Agric. Sci., 16 (1982), 338-345.  
KELLER, J. y KINSELLA, J. "Phospholipid changes and lipid oxidation during cooking and frozen storage of raw ground beef." J. Food Sci., 38 (1973), 1.200-1.204.  
LOWRY, R. y TINSLEY, I. "Rapid colorimetric determination of free fatty acids." J. Am. Oil Chem. Soc., 53 (1976), 470-472.  
MAURON, J. "Physical, chemical and biological changes in food caused by thermal processing." Applied Science Publishers Limited, Essex (England) (1977).  
MORRISON, W. y SMITH, L. "Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron trifluoride-methanol." J. Lip. Res., 5 (1964), 600-602.  
OHSHIMA, T., WADA, S. Y KOIZUMI, C. "Preferential enzymatic hydrolysis of phosphatidylcholine in skipjack flesh during frozen storage." Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50 (1984), 2.091-2.098.  
PEARSON, A., LOVE, J. y SHORLAND, F. "Warmed over flavor in meat, poultry and fish." Adv.

Food Res., 23 (1977), 2-61.  
PIGOTT, G. y STANSBY, M. "Iron sulfide discoloration of tuna cans. No. 3. Effects of variables introduced by the fish." Commer. Fish. Rev., 18 (1956), 8-12.  
POKORNY, J. y DAVIDEK, I. "Influence of interactions of proteins with oxidized lipids on nutrition and sensory values of food." Acta Aliment. Pol., 5 (1979), 87-95.  
RAHEJA, R., KAUR, C., SINGH, A. y BHATTA, I. "New colorimetric method for the quantitative determination of phospholipids without acid digestion." J. Lip. Res., 14 (1973), 695-697.  
SLABYJ, B. y TRUE, R. "Effect of preprocess holding on the quality of canned maine sardines." J. Food Sci., 43 (1978), 1.172-1.176.  
SWEET, C. "Activity of antioxidants in fresh fish." J. Food Sci., 38 (1973), 1.260.  
VIOQUE, E. y HOLMAN, R. "Quantitative estimation of esters by thin-layer chromatography." J. Am. Oil Chem. Soc., 39 (1962), 63-66.  
WITTIG DE PENA, E. Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH. Santiago, Chile (1981).