

## Acidos grasos en sardina en salsa de tomate de diferentes zonas pesqueras del Pacífico mexicano

*María Isabel castro González , Sara Montaña Benavides, Fernando Pérez-Gil Romo*

Dirección de Nutrición. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México, D.F. México

**RESUMEN.** Numerosas investigaciones han señalado la importancia que los ácidos grasos tienen en el proceso salud-enfermedad y que los recursos marinos son excelentes fuentes de los ácidos grasos de las series  $\omega 3$  y  $\omega 6$ . En México, la sardina es un producto de origen marino de amplio consumo debido a su alta disponibilidad y bajo costo. El objetivo del presente trabajo fue determinar el perfil de ácidos grasos (AG.) en sardina enlatada en salsa de tomate procedente de diferentes zonas pesqueras del Pacífico mexicano. Se obtuvieron aleatoriamente 8 marcas comerciales de sardina en salsa de tomate (5 latas de cada marca); se clasificaron de acuerdo al lugar en donde se procesaron en sardina de Baja California Sur (L1), Sonora (L2) y Sinaloa (L3). Las muestras sin drenar se licuaron para la posterior obtención de los ésteres metílicos de los ácidos grasos, que se analizaron por cromatografía de gases con FID. En todas las localidades se identificaron y cuantificaron 3 AG $\omega 3$  (linolénico, EPA y DHA) y 2 AG $\omega 6$  (linoleico y araquidónico); este alimento es rico en AG monoinsaturados y también presenta una cantidad considerable de AG trans (18:1n9t y 18:2n6t). El DHA fue el AG más abundante en todas las localidades (3064-4704 mg/100g); finalmente, la relación  $\omega 3/\omega 6$  fue desde 3.5(L1) hasta 8.9(L3). En conclusión la sardina en salsa de tomate del Pacífico mexicano es una excelente fuente de ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 independientemente del área en donde se procese.

**Palabras clave:** Sardina enlatada, ácidos grasos, Pacífico mexicano.

**SUMMARY.** Fatty acids in sardine canned in tomato sauce from different fishing areas of the Mexican Pacific. Numerous investigations have pointed out the importance that the fatty acids have in the process health-illness, and that the marine resources are excellent sources of the series  $\omega 3$  and  $\omega 6$ . In Mexico, the sardine is a product of marine origin of wide consumption due to its high readiness and low cost. The objective of the present study was to determine the fatty acids profile (FA) in sardine canned in tomato sauce coming from different fishing areas (A) of the Mexican Pacific. There were randomly obtained 8 commercial mark (5 cans of each mark) of sardine canned in tomato sauce; they were classified in sardine of South Baja California Sur (A1), Sonora (A2) and Sinaloa (A3). The samples without draining were liquified and thereafter were obtained the methyl esters of fatty acids that were analyzed by gas chromatography with a flame ionization detector. In all the areas they were identified and quantified as 3 FA $\omega 3$  (linolenic, EPA and DHA) and 2 AG $\omega 6$  (linoleic and arachidonic); this source is rich in FA monounsaturated and also presents a considerable quantity of trans FA (18:1n9t and 18:2n6t). The DHA was the most abundant AG in all the areas (3064-4704 mg/100g); finally, the relationships  $\omega 3/\omega 6$  were from 3.5 (A1) up to 8.9 (A3). In conclusion, sardine canned in tomato sauce of the Mexican Pacific is a rich food in  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 FA, independently of the processing area.

**Key words:** Canned sardine, fatty acids, Mexican Pacific.

### INTRODUCCION

En los últimos años se ha generado una gran cantidad de literatura sobre la importancia de los ácidos grasos, principalmente sobre los  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, y su importancia en el proceso salud-enfermedad (1). Los efectos benéficos asociados con el consumo de ácidos grasos procedentes de los alimentos marinos tienen una alentadora revalidación sobre la calidad y cantidad de grasas dietarias que pueden promover una mejor salud. La búsqueda de fuentes alimenticias de ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 está tomando un nuevo impulso (2,3), por lo que se hace necesario el análisis del contenido de ácidos grasos en aquellas especies de amplio consumo en las diferentes poblaciones. Numerosos estudios

(1-4) han demostrado que los recursos marinos son excelentes fuentes de éstos ácidos grasos, sin embargo, los investigadores que han estudiado su potencial terapéutico y sus efectos nutricios no están completamente conscientes de la gran variación que existe en la composición lipídica y de los ácidos grasos en las diferentes especies. Esta variación depende no solo de los cambios estacionales en los hábitos alimenticios de los animales marinos, sino también de la disponibilidad del alimento y las diferencias regionales en la composición de nutrimentos para los peces; estas diferencias también se deben a factores bióticos tales como la especie, zona y época de captura, así como a factores abióticos tales como el manejo y proceso industrial (5, 6). Por esto el objetivo del presente trabajo fue el identificar y cuantificar el contenido de ácidos

grasos presentes sardina en salsa de tomate procedente de diferentes localidades pesqueras del Pacífico mexicano. Información que no está disponible y que será de gran importancia, dada la gran producción pesquera (354 640 t durante 1999) y el amplio consumo de este alimento, para el enriquecimiento de las tablas de composición química de los alimentos, tanto en el ámbito nacional como internacional (7).

## MATERIALES Y METODOS

### Obtención y preparación de las muestras

Mediante un muestreo aleatorio simple se seleccionaron ocho marcas comerciales de sardina en salsa de tomate en diferentes supermercados de la Ciudad de México. Para cada marca se tomaron cinco latas. Cada marca se clasificó conforme al lugar de enlatado, señalado en la etiqueta en: L1-Baja California Sur; L2-Sonora y L3-Sinaloa. Las cinco latas de cada marca se molieron, sin drenar hasta formar una pasta homogénea, la cual se sometió a un análisis por triplicado de lípidos totales y ácidos grasos. En todas las latas se reportó la siguiente composición de ingredientes: sardina, salsa o pasta de tomate, sal y especias; en sólo un caso se añadió agua; el peso neto de cada lata fue de 425g y el peso drenado 300g. El contenido de grasa total informada en la etiqueta varió desde 3g hasta 5.3g por porción promedio de 54g, incluyendo el líquido.

### Análisis químicos

La cuantificación de lípidos totales así como la saponificación y metilación de los ácidos grasos, se realizó de acuerdo a la técnica que a continuación se describe y que es resultado de diversas modificaciones a las técnicas de Folch y col. (8), Bligh y Dyer (9), Morrison y Smith (10) y AOAC (11); desarrolladas en nuestro laboratorio para el análisis de ácidos grasos en alimentos.

Material:	Reactivos:
Matraz Erlenmeyer de 125 ml	Cloroformo GR (grado reactivo)
Vortex	Metanol GR
Agitador mecánico	Hidróxido de sodio
Papel filtro	Agua desionizada
Balanza analítica	Sulfato de sodio anhidro
Tubos de vidrio de 50 ml	Trifluoruro de boro 10-14% metanol
Tubos de vidrio de 10 ml	Heptano grado HPLC
Baño de agua con termostato	Cloruro de sodio

Todos los reactivos utilizados en la preparación de las muestras fueron grado reactivo y en la separación cromatográfica grado HPLC.

### Lípidos totales

Homogeneizar la muestra perfectamente. Pesar de 5-10 gramos de alimento fresco en un matraz Erlenmeyer de vidrio de 125 ml. Agregar 20 ml de una mezcla cloroformo metanol 2:1 y 5 ml de agua desionizada. Agitar los matraces en un agitador mecánico por 2 horas. Esperar aproximadamente 10 minutos para que se separen la fase orgánica y la fase acuosa. Filtrar en papel filtro Whatman No. 42 y sobre sulfato de sodio anhidro la fase orgánica en un tubo de vidrio de fondo cónico el cual debe de estar pesado correctamente hasta diezmilésimas. Lavar tanto el matraz como la muestra filtrada con cloroformo varias veces sobre el sulfato de sodio anhidro del paso anterior. El filtrado (fase orgánica) debe de quedar transparente y sin restos de agua. Evaporar a sequedad la fase orgánica del paso anterior en baño María a 40°C y con atmósfera de nitrógeno. Para la cuantificación de los lípidos totales, pesar el tubo con el evaporado del paso anterior y restarle el peso del tubo vacío.

### Saponificación

Resuspender con 2-5 ml de cloroformo los lípidos de la muestra. Agitar en Vortex durante 1 minuto. Adicionar 5 ml de sosa metanólica (20g de NaOH en 100 ml de metanol). Poner a ebulir durante 10 minutos en baño María.

### Metilación

Enfriar y adicionar 1 ml de trifluoruro de boro, agitar y ebulir en baño María durante 2 minutos. Enfriar y adicionar 5 ml de heptano, ebulir 1 minuto en baño María. Enfriar y adicionar 5 ml de una solución saturada de cloruro de sodio, agitar y esperar a que se separen las fases (10-15 min). Separar en tubo de vidrio con pipeta pasteur la fase de heptano sin pasar agua, en caso de que esto sucediera adicionar al tubo Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, centrifugar a 2500 rpm durante 5 minutos y separar en otro tubo el heptano. Evaporar a sequedad en baño María a 40°C y bajo atmósfera de nitrógeno. Resuspender en 1 ml de cloroformo e inyectar en un cromatógrafo de gases de acuerdo al siguiente método cromatográfico:

### Método cromatográfico para análisis de los ésteres metílicos de los ácidos grasos

La identificación y cuantificación se realizó por cromatografía de gases en un equipo Varian Star 3400 CX, utilizando un inyector Split con detección por ionización de llama. El programa de temperatura de la columna fue: Temperatura inicial 120°C; 1 min; 1°C/min durante 10 min; 3°C/min durante 5 min y 5°C/min durante 3 min; Temperatura final: 200 °C manteniéndola 5 min. La temperatura del inyector fue de 200°C y la del detector 280°C. EL radio Split fue de 1:50. La columna utilizada fue una DB23 de 30 m x .57 mm utilizando N<sub>2</sub> como gas portador. El volumen de

inyección fue de 1 µl Se empleó el ácido tricosanoico (13:0) como estándar interno, según Shanta y Ackman (12).

### Cálculo de resultados

Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se identificaron por sus tiempos de retención relativos a los estándares; se utilizaron diferentes tipos de estándares. Se inyectaron primero en forma individual y después en forma de mezcla los siguientes estándares de Polyscience (kit N°61C): caproato, heptanoato, octanoato, pelargonato, decanoato, undecanoato, laurato, miristato, palmitato, estearato, araquidato, behenato, undecilinato, oleato, linoleato y el petroselínico (P-9125 de Sigma Chemical Co). El segundo grupo de estándares utilizado fue la mezcla comercial SUPELCO 37 FAME MIX (N°. Catálogo 47885-U).

La concentración de los ácidos grasos de las muestras se cuantificó utilizando el área de cada pico con relación al área conocida del estándar. Los resultados de los ácidos grasos se

presentan en mg/100g de alimento.

### Análisis estadístico

Los resultados de lípidos totales y ácidos grasos de cada localidad geográfica se sometieron a un análisis de varianza con un diseño totalmente aleatorio. Para la diferencia de medias se empleó la prueba de Tukey con una significancia de 0.05, todo mediante el empleo del paquete estadístico Stat100 para Windows (13).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Tomando en cuenta las condiciones de laboratorio mencionadas y conforme a los estándares con los que se contó durante la realización de este trabajo, se identificaron y cuantificaron 21 ácidos grasos en la localidad 2 (L1) (de los cuales seis fueron saturados, nueve monoinsaturados y seis poliinsaturados); 20 en L3 y 19 en L1 (Tabla 1).

TABLA 1  
Ácidos grasos de la sardina en salsa de tomate de diferentes localidades del Pacífico mexicano (mg/100g muestra)\*

Nombre trivial	Formula	Localidad 1	Localidad 2	Localidad 3
Caproico	C6:0	No detectado	0.123±0.024 a	0.085±0.005b
Caprílico	C8:0	No detectado	0.182±0.019	No detectado
Láurico	C12:0	3.1±1.75a	9.25±8.4b	3.4±0.16a
Mirístico	C14:0	25.7±19.9a	15.5±10.6a	17.4±0.3a
Miristoleico	C14:1	20.3±12.5a	23.33±5.06 <sup>a</sup>	19.9±0.4a
Palmítico	C16:0	342.2±213.4a	175.9±225.6a	39.2±0.4ab
Palmitoleico	C16:1n7	145.2±199.1a	237.4±138.8a	375±23.5ab
Esteárico	C18:0	302±255.6 <sup>a</sup>	411.8±460 <sup>a</sup>	121±6a
Cis-vaccénico	C18:1n7c	797.8±546.1a	1083.6±234.5a	867.4±19.2a
Elaídico	C18:1n9t	187.0±126.7a	176.3±68.2a	176±1.4a
Linoleáldico	C18:2n6t	56.6±20.55 <sup>a</sup>	138.8±21.1b	98±6.3c
α-Linolénico	C18:3n3	577.4±112.1a	148.3±25.9b	113.2±11.3b
Linoleico	C18:2n6	362.2±202.4a	591.2±124.6b	431.8±4.0ab
Petroselínico	C18:1n12	178.3±66.4a	149.5±31.6a	205.8±3.5ab
Oleico	C18:1n9	179.0±167a	534.5±217b	335.5±15bc
Araquidónico	C20:4n6	947.0±646.4a	325.24±49.05b	251.0±9.8b
Cis-11-eicosenoico	C20:1n11c	129.0±123.1a	103.0±20a	90.0±4.0a
EPA	C20:5n3	904.6±329a	887±189a	1271.5±37.2b
Erúcico	C22:1n9	206.7±221.5a	383.0±317a	675.4±24.0b
DHA	C22:6n3	4698±2432a	5813.0±2347.6a	6753.2±164a
Nervónico	C24:1n9	163.4±101a	163.5±33.9a	204.9±5.6a

\* media y desviación estándar.

a, b, c por columnas, literales diferentes indican diferencia significativa P<0.05

En la localidad 1 no se detectaron el C6:0 y C8:0, en L3 tampoco se presentó C8:0 y las cantidades detectadas de estos ácidos grasos fueron trazas.

En las tres localidades, el ácido graso más abundante fue el DHA y no se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), el *cis*-vaccénico también se detectó en grandes concentraciones, especialmente en L2. Otro ácido graso abundante fue el EPA, que se presentó sin diferencia estadística entre L1 y L2, siendo mayor en L3. Como se puede observar, en la mayoría de los ácidos grasos se presenta una desviación estándar grande, la cual está dada básicamente por la variación encontrada entre las diferentes marcas comerciales, aún de la misma localidad.

En términos generales se puede apreciar que la mayoría de los ácidos grasos no presentaron variación estadística entre las localidades 1 y 2, sin embargo, la L3 se presenta como la localidad con mayor variación; esto se debe probablemente

a que el número de marcas comerciales de ésta localidad fue el menor, lo que origina menor desviación estándar y un menor intervalo de confianza.

La Tabla 2 muestra el contenido de lípidos totales de las sardinias de diferentes localidades, encontrándose diferencia significativa  $P < 0.05$  en todos los grupos, L2 presentó el valor más pequeño (15.6%) y L3 el mayor (18.6%), sin que se aprecie ninguna tendencia a aumentar el contenido graso desde el punto de vista latitudinal. La distribución anatómica de la grasa en los peces varía en las diferentes especies. En los peces bajos en grasa, como el atún, la grasa se deposita principalmente en el hígado, el cual puede representar el 10% del peso corporal y contener 80% de las grasas totales; en los peces grasos, como la sardina, la grasa generalmente se localiza en diferentes tejidos (14). El contenido de lípidos totales encontrado fue mayor en comparación con el contenido de grasa total reportado en las etiquetas.

TABLA 2

Lípidos totales y ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 \* presentes en sardina en salsa de tomate de tres localidades del Pacífico mexicano (mg/100g de muestra)

	L1		L2		L3	
Lípidos Totales (g/100g muestra)	17.95 ± 0.4	a	15.6 ± 0.2	b	18.6 ± 0.09	c
$\omega$ -3						
$\alpha$ -Linolénico	577.4 ± 112.1 (432 - 775)	a	148.3 ± 26 (106.6 - 170)	b	113.2 ± 11.33 (96.5 - 128.6)	b
EPA	904.6 ± 329 (527.4 - 429.4)	a	887 ± 189 (701 - 947.6)	a	1271.5 ± 37 (1196 - 1289)	b
DHA	3064 ± 2432 (1302 - 7317)	a	4177 ± 2348 (745 - 6772)	a	4704 ± 164 (4519 - 4885)	a
Total $\omega$ -3	4545.6		5212.7		6088.4	
$\omega$ -6						
Linoleico	362.2 ± 202.4 (86.4 - 667.2)	a	591.2 ± 125 (448 - 749)	b	432 ± 4.0 (428 - 439)	ab
Araquidónico	947 ± 646.4 (176 - 1788)	a	325.2 ± 49 (259 - 256)	b	251 ± 9.9 (240 - 265)	b
Total $\omega$ -6	1309.2		916.4		682.8	

a,b,c por columna, literales diferentes indican diferencia estadística  $P < 0.05$

- Se presenta la media, desviación estándar e intervalo de confianza.

En la Tabla 2 se observa la distribución promedio y los intervalos de confianza al 95% de los ácidos grasos de las series  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, expresados en mg/100g de muestra, en todas las localidades se identificaron y cuantificaron tres ácidos grasos  $\omega$ 3: 18:3, 20:5 y 22:6 (ácido  $\alpha$ -linolénico, EPA y DHA) y dos ácidos grasos  $\omega$ 6: 18:2 y 20:4 (linoleico y araquidónico). El DHA fue el ácido graso más abundante en la sardina observándose una similitud, a nivel promedio, entre las diferentes localidades ya que no se detectó diferencia significativa  $P < 0.05$ . Sin embargo, es en la localidad 2 en

donde se puede apreciar un intervalo de confianza muy grande (745-6772 mg/100g), el cual se puede deber probablemente a factores bióticos, como la especie del "recurso sardina" de que se trate en cada marca comercial; un comportamiento similar se observa en L1, aunque con un intervalo de confianza menor. El valor mínimo aquí encontrado es similar al informado por Romero y col. (15) para sardina en conserva natural (1122 ± 216 mg/100g de parte comestible).

El EPA (mg/100g) también se cuantificó en cantidades importantes: L1 (905), L2 (887) y L3 (1271.5) detectándose

una diferencia significativa entre la L3 y las demás localidades. En la L1 se observa que fue mayor el intervalo de confianza (527 - 1429 mg/100g de muestra), y fue este último valor el más alto detectado para el EPA, esto es posible que se deba a las diferencias encontradas entre marcas comerciales de esta localidad; el valor mínimo aquí encontrado es similar al informado por Romero y col. (13) para sardina en conserva natural ( $604 \pm 191$  mg/100g de parte comestible). En la L2 se observa un intervalo de confianza más reducido sin que el número de marcas comerciales parezca haber afectado como en la localidad anterior.

El ácido  $\alpha$ -linolénico (mg/100g de muestra) fue el menos abundante de los  $\omega$ -3, se detectó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre la L1 con respecto a las otras localidades: L1 (577), L2 (148) y L3 (113). El intervalo de confianza de L1 fue grande y éste fue el único caso en el que un ácido graso se cuantificó en cantidades mucho mayores con relación a las otras localidades.

La mayor cantidad promedio de ácidos grasos  $\omega$ -3 totales se presentó en la L3 (mg/100g de muestra) L1(4546), L2 (5212) y L3 (6088), con valores más altos (de EPA y DHA) que los informados para otras especies marinas enlatadas: atún albacora en agua (190 y 620 mg/100g, respectivamente), atún albacora en aceite vegetal (290 y 840 mg/100g), filetes de arenque enlatado en salsa de tomate (400 y 740 mg/100g) (3). Los resultados encontrados en este trabajo con respecto

al contenido de ácidos grasos  $\omega$ -3 (4546 - 6088 mg de ácidos grasos  $\omega$ -3/100g de porción comestible) fueron mucho mayores en comparación con lo informado por otros autores en sardina (drenada o natural) (1600-2097 mg de ácidos grasos  $\omega$ -3/100g de porción comestible) (2, 14-16).

Se identificaron dos ácidos grasos  $\omega$ -6 en las tres localidades (linoleico y araquidónico), de los cuales éste último fue el menos abundante en L2 (325mg/100g) y L3 (251mg/100g) con intervalos de confianza pequeños en comparación con la L3 (947mg/100g en promedio y un intervalo de confianza de (176 - 1788 mg/100g). En esta misma localidad el ácido linoleico fue en promedio el menos abundante (362 mg/100g) en comparación con L2 (591mg/100g) y L3 (432 mg/100g), sin embargo, el intervalo de confianza fue el mayor (86 - 667 mg/100g).

En la Tabla 3 se presenta la tipología de los ácidos grasos presentes en la sardina en salsa de tomate. En todas las localidades los ácidos poliinsaturados fueron los más abundantes, seguidos de los monoinsaturados. Los poliinsaturados tuvieron poca variación (desde 65.5 hasta 70%). La localidad con la mayor concentración de poliinsaturados fue L3. Los porcentajes de los ácidos grasos monoinsaturados fueron semejantes entre L2 y L3 (28%) y más bajos en L1 (23.4%). En cuanto a los ácidos grasos saturados se observó una mayor variación porcentual entre las localidades (desde 12.9 en L3 hasta 7.8 en L1).

TABLA 3  
Tipología de los ácidos grasos presentes en sardina en salsa de tomate del Pacífico mexicano

	Localidad 1		Localidad 2		Localidad 3	
	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%
Saturados	673	7.8	613	6.4	181	1.9
Monoinsaturados	2006	23.4	2690	28.11	2745	28.0
Poliinsaturados	5911	68.8	6268	65.49	6869	70.1
Total		100		100		100
$\omega$ -3	4545.6	23.3	5212.7	26.3	6088.4	23.7
$\omega$ -6	1309.2	6.7	916.4	4.6	682.8	2.6
Trans	1927.1	9.9	1902.2	9.6	1858	7.3
$\omega$ -3/ $\omega$ -6	3.47	-	5.68	-	8.9	-
Total	8590	-	9571	-	9795	-

Los ácidos grasos saturados predominantes fueron el palmítico (16:0) y el esteárico (18:0), con las más altas concentraciones en la L1 y L2, respectivamente. Los ácidos grasos monoinsaturados estuvieron representados principalmente por los ácidos cis-vaccénico, erúxico y oleico; el ácido nervónico (24:1n9) recibe su nombre trivial desde que se aisló por primera vez del tejido cerebral, en coincidencia se sugiere que en los aceites de pescado este

ácido graso debe acumularse del sistema nervioso de las presas que consumen (12).

Los ácidos grasos poliinsaturados estuvieron representados por los ácidos  $\alpha$ -linolénico, EPA y DHA de la familia  $\omega$ 3 y el linoleico y araquidónico de los  $\omega$ 6; los valores encontrados en este trabajo fueron mayores a los informados por Ackman (16) para el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados de aceite de sardina obtenidos tanto

del valor de yodo de Wijs como por GLC (29.6 y 30.1%, respectivamente) y a también mayores a lo informado por Regeinstein (14) (25 a 35%), es importante recordar que no se reporta aceite en la composición de ingredientes de las marcas comerciales analizadas, por lo que los valores de los ácidos grasos poliinsaturados provienen seguramente de las especies comercializadas.

Los  $\omega$ -3 representaron entre un 23 y 26% del contenido total de ácidos grasos, mientras que la fracción  $\omega$ -6 tuvo un intervalo de 2.6 a 6.7%, siendo la fracción más variable de todos los ácidos grasos identificados. El ácido graso poliinsaturado predominante en todas las localidades fue el DHA. Se puede observar que existe una relación inversamente proporcional entre los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, por localidades.

El EPA y el DHA presentes en los pescados provienen de la alimentación, ya sea incorporados preformados (digeridos y absorbidos) o se generan por desaturación y elongación del ácido linolénico, el ácido graso esencial proveniente del alimento. Estos ácidos grasos (EPA y DHA) pueden acumularse en los depósitos grasos de los animales marinos (por ejemplo, sardina y arenque) directamente de la absorción de las algas planctónicas (16).

La relación  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 fue de 3.47 (L1), 5.68 (L2) y 8.9 (L3), lo cual indica que la sardina de la L3 es un recurso muy rico en  $\omega$ 3, en comparación con la de las otras localidades analizadas. Los pescados son ricos en ácidos grasos de la familia  $\omega$ -3, que es la familia linolénica; y son pobres en ácidos grasos de la familia  $\omega$ -6, que es la familia linoleica (14). Hasta la fecha no existen datos suficientes para determinar el consumo óptimo de ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, sin embargo, se pueden dar ciertas recomendaciones: para adultos con una dieta de 2000 kcal se sugieren los siguientes consumos en g/d: ácido linoleico (4.4), linolénico (6.67), DHA+EPA (0.65). Durante los estados fisiológicos de preñez y lactancia la mujer debe ingerir al menos 300 mg de DHA/d (17).

Los ácidos grasos trans son ácidos grasos insaturados que tienen al menos un doble enlace en configuración trans, los más frecuentes son los monoinsaturados, pero también pueden encontrarse isómeros diinsaturados con configuraciones cis, trans o trans, cis. Las fuentes más frecuentes de éstos ácidos grasos isoméricos son las margarinas y grasas de repostería que contienen aceites de pescado o vegetales parcialmente hidrogenados, sin embargo, las grasas animales y marinas contienen pequeñas cantidades de isómeros trans naturales. En investigaciones clínicas los ácidos grasos trans interfieren con el metabolismo de los ácidos grasos esenciales. La cantidad de ácidos grasos trans en la dieta se relaciona directamente con la cantidad de éstos ácidos en los fosfolípidos plasmáticos (18,19,20).

Se identificaron dos ácidos grasos trans: 18:1n9t (elaídico) y 18:2n6t (linolelaídico). El ácido elaídico no presentó diferencia significativa  $P < 0.05$  entre localidades, con valores iguales en L2 y L3 (176 mg/100g), mientras que en L1 fue un poco mayor (187 mg/100g); el ácido linolelaídico se cuantificó en valores más pequeños que el anterior, detectándose diferencia estadística entre las tres localidades. La L1 presentó la menor concentración (56.6 mg/100g) y la mayor desviación estándar; la mayor concentración de éste ácido fue en L2 (139 mg/100g) sin embargo, las cantidades encontradas para ambos ácidos trans en todas las localidades, está por debajo de las cantidades máximas recomendadas para adultos con una dieta de 2000 kcal (2%) (17).

## CONCLUSIONES

La sardina capturada en el Pacífico mexicano y enlatada en salsa de tomate es un alimento rico en ácidos grasos poliinsaturados, principalmente de la serie  $\omega$ -3 (DHA y EPA), independientemente de la localidad en donde se procese.

Los ácidos grasos más abundantes de la localidad 1 fueron: palmítico, cis-vaccénico,  $\alpha$ -linolénico, araquidónico, EPA y DHA; de la localidad 2: cis-vaccénico, linolelaídico,  $\alpha$ -linoleico, oleico, EPA y DHA; y de la localidad 3: cis-vaccénico,  $\alpha$ -linoleico, oleico, EPA, erúcido, DHA y nervónico. En L2 se detectaron además los ácidos caproico y caprílico. Existe gran variación en algunos ácidos grasos de la sardina en salsa de tomate, tanto en una misma localidad como entre localidades, debido probablemente a dos cosas: una, que el recurso sardina se forma de diferentes tipos de especies y dos, a que se analizaron diferentes marcas comerciales de un mismo lugar pero que pudieron haber tenido variación en el proceso de elaboración y en el tipo y calidad de los ingredientes utilizados.

Por el contenido de ácidos grasos esenciales se recomienda el consumo de sardina de la localidad 3 (Sinaloa), aunque las cantidades encontradas en otras localidades son bastante considerables.

## REFERENCIAS

1. National Institute of Health. National Library of Medicine. Effects of fish oils and polyunsaturated omega-3 fatty acids in Health and Disease. Arthur Wykes (editor). Special Bibliography 1995-AW. USA. 1995.
2. Nettleton JA.  $\omega$ -3 Fatty acids: Comparison of plant and seafood sources in human nutrition. J. Am. Diet. Assoc. 1991; 91(3):331-337.
3. Ackman RG. Fatty acids in fish and shellfish. In: Ching Kuang, editor. Fatty Acids in Foods and their Health Implications. Marcel Dekker. USA. 1992:169-184.
4. usuf HK, Rumi AS, Rahman R, Quazi S, Hossain A. Fatty acids of 12 marine fish species of the Bay of Bengal. J. Food

- Comp. Anal. 1993;6(4):346-353.
5. Castro-González MI, Pérez-Gil RF, Juárez SME. Vitaminas y minerales del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) del Pacífico mexicano enlatado en aceite. Arch Latinoamer Nutr, 1998;48(3):265-268.
  6. Castro-González MI, Pérez-Gil RF, Montaña BS. Vitaminas y minerales de la sardina en salsa de tomate colectada en las zonas pesqueras del Pacífico mexicano. Arch Latinoamer Nutr, 1999;4(49):379-383.
  7. INEGI. El Sector Alimentario en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags., México. 2000.
  8. Folch JM, Less m, Sloan SH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 1957;226:497-509.
  9. Bligh EG and Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. 1959, Can J Biochem Physiol, 37:911-917.
  10. Morrison WR and Smith LM. Preparation of fatty acids methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. 1964, J Lip Res, 5:600-608.
  11. AOAC. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. Helrech E, Ed.; Association of Official Analytical Chemists: Washington, D.C., 1996.
  12. Shanta NC., Ackman RG. Nervonic acid versus tricosanoic acid as internal standards in quantitative gas chromatographic analysis of fish oil longer chain n-3 polyunsaturated fatty acid methyl esters. J. Chromatography. 1990;533:1-10.
  13. Biosoft. Stat-100. Statistical Analysis Package for Windows. Biosoft. U.K. 1996.
  14. Regenstein JM y Regenstein CE. Introduction to Fish Technology. An Osprey Book. Van Nostrand Reinhold. USA. 1991.
  15. Romero N, Paz R, Masson L, Luck C, Buschmann A. Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardina, salmón y atún al natural. Arch Latinoamer Nutr, 1996;46(1):75-77.
  16. Ackman RG. Animal and marine lipids. In: Kamel B & Kakuda Y, editors. Technological Advances in Improved and Alternative Sources of Lipids. U.K.:Chapman & Hall. 1994:292-328.
  17. Simopoulos AP. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n-2 pufa. 2000, Poult Sci, 79:961-970.
  18. FAO/OMS. Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 57. Organización Mundial de la Salud/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 1997. p. 83-92.
  19. Simopoulos AP. Trans Fatty Acids. In: Handbook of Lipids in Human Nutrition. Chapter 2.4. CRC Press. USA. 1996.
  20. Harold E, Kirk RS, Sawyer R. Aceites y Grasas. In: Análisis Químico de Alimentos de Pearson. Compañía Editorial Continental. México, 5ª. Edición. 1993.

Recibido:02-02-2001

Aceptado:06-09-2001