

## Variación del contenido de lípidos y perfil de ácidos grasos en atún, trucha marina y pámpano sometidos a seis técnicas de cocción

María Isabel Castro-González, Ana Gabriela Maafs-Rodríguez, Fernando Pérez-Gil Romo.

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

**RESUMEN.** El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de seis técnicas de cocción (al vapor, empapelado en aluminio, empapelado en hoja de plátano, horno de gas, horno de microondas y sofrito) en el contenido de ácidos grasos de *Thunnusalbacare* (atún aleta amarilla), *Cynoscionnebulosus* (trucha marina) y *Trachinotuscarolinus* (pámpano). Después de someter los filetes de pescado a las técnicas de cocción se determinó el perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases. Los lípidos totales se concentraron en todas las técnicas de cocción en atún y trucha. Los ácidos grasos saturados de atún y trucha aumentaron en tres técnicas, mientras que en pámpano sólo aumentaron en horno de gas. Sofrito fue la técnica que mayor contenido de n-3 presentó en atún y trucha, en tanto que el pámpano mostró el contenido más bajo; esta especie mostró menor variación con respecto a las restantes. Las técnicas de cocción recomendadas son, para el atún: empapelado con aluminio y horno de microondas; para la trucha: empapelado con hoja de plátano; y para el pámpano todas las técnicas descritas excepto horno de gas. Esta información puede enriquecer los datos de las tablas de composición nutricional de los alimentos, los cuales normalmente indican las concentraciones de nutrientes en crudo.

**Palabras clave:** Ácidos grasos, técnicas de cocción, pescado, atún aleta amarilla, trucha marina, pámpano.

**SUMMARY.** **Fatty acid variation in yellowfin tuna, spotted weakfish and Florida pompano when submitted to six cooking techniques.** The aim of the present study was to analyze the effect of six cooking techniques (steamed, foiled, foiled with banana leaf, baked, microwave-cooked and light frying) in the fatty acid content of *Thunnus albacore* (yellowfin tuna), *Cynoscionnebulosus* (spotted weakfish) and *Trachinotuscarolinus* (Florida pompano). After cooking the fish fillets, fatty acid analyses were performed using gas chromatography. Total lipids increased in all cooking techniques in tuna and spotted weakfish. Saturated fatty acids of tuna and spotted weakfish increased in three cooking techniques, while in Florida pompano only gas oven raised their content. Lightly frying generated the highest content of n-3 in tuna and spotted weakfish, and the lowest in Florida pompano, specie that presented less variation. In tuna fish, the most recommended cooking techniques are foiled with aluminum and microwave oven; for spotted weakfish, foiled with banana leaf; while Florida pompano can be prepared using all cooking methods except gas oven. This information is useful to enrich data from chemical composition tables, in which concentrations are usually presented in raw food.

**Key words:** Fatty acids, cooking techniques, fish, yellowfin tuna, spotted weakfish, Florida pompano.

### INTRODUCCIÓN

El consumo cotidiano de pescado, principal fuente de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) n-3 eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), aporta numerosos beneficios a la salud (1, 2); y está inversamente asociado a enfermedad isquémica del corazón y a muerte por arritmia (2, 3). El pescado

previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, desórdenes inflamatorios, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades degenerativas (3-5). Para obtener dichos beneficios, la Sociedad Americana del Corazón (American Heart Association) recomienda el consumo de pescados grasos por lo menos dos veces por semana, de preferencia preparado mediante las técnicas de cocción a la parrilla o asado (6).

Sin embargo, el contenido de ácidos grasos varía notablemente entre especies según diversos factores como época del año, zona de captura, clima, profundidad de ocurrencia de las especies, salinidad de su ambiente, madurez, género, entre otros (1, 7, 8). Por otro lado, las formas de cocción pueden alterar significativamente la composición del pescado (2), ya que ocurren reacciones químicas y físicas, tales como oxidación, pérdida o concentración de nutrientes por modificaciones en la humedad, intercambio de ácidos grasos (especialmente cuando se utiliza aceite), entre otros (1, 5). Existen varios estudios que han demostrado que el contenido nutricional de distintas especies de pescado varía según las técnicas de cocción utilizadas (2, 4-5, 9-11). Al cocinar los alimentos en el horno de microondas, se propagan ondas electromagnéticas que provocan elevación térmica y cambios en el contenido nutricional (12). El pescado cocinado en horno de gas sufre de una gran pérdida en el contenido de humedad y en la concentración de los distintos nutrientes del alimento, principalmente los lípidos totales (LT) y los ácidos grasos (10, 12, 13). Durante la fritura, los filetes de pescado absorben parte de los ácidos grasos del medio y generalmente se eleva su contenido lipídico (14); además, se produce una variación en la concentración de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y AGPI, así como una disminución de la concentración de ácidos grasos saturados (AGS) (12, 15).

En las tablas de composición química de los alimentos la información se presenta, de manera general, en productos crudos (16) por lo que los consumidores y los profesionales de la salud desconocen las propiedades nutricionales del pescado cocinado (4, 10), especialmente cuando se somete a técnicas locales, como el empapelado en hoja de plátano, utilizado por la población mexicana en el platillo conocido como tamal). Considerando lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto que seis técnicas de cocción, utilizadas comúnmente por la población mexicana, tienen en el contenido de ácidos grasos de tres especies de pescado de consumo cotidiano. Ello contribuirá a enriquecer las recomendaciones actuales sobre el consumo de pescado con sugerencias prácticas sobre aquellas técnicas de preparación que conserven o concentren los componentes saludables y disminuyan aquellos potencialmente limitantes o adversos para ciertas poblaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo

Las especies de pescado atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), trucha marina (*Cynoscion nebulosus*) y pámpano (*Trachinotus carolinus*) fueron adquiridas en La Nueva Viga, el centro de distribución de recursos pesqueros más grande de América Latina, ubicado en el sureste de la ciudad de México (17). Se recolectaron 15 ejemplares de cada especie, durante los meses de enero a junio 2009 y de cada especie se muestreó el ejemplar de mayor tamaño, del cual se obtuvieron siete filetes de 100g cada uno.

### Técnicas de cocción

Las tres especies fueron sometidas a seis técnicas de cocción estandarizadas, por separado. Para medir las temperaturas internas alcanzadas por los filetes, se utilizó un termómetro digital infrarrojo con mira láser:

- 1) Al vapor (VA): Se calentó agua en un recipiente hondo, y una vez que alcanzó su temperatura de ebullición, cada filete de pescado se colocó dentro de dicho recipiente sobre una vaporera, de manera que el pescado no estuviera en contacto con el agua, y la cocción se llevara a cabo mediante el vapor emitido por ésta. El tiempo de dicha técnica fue de 5-9 minutos y la temperatura interna que alcanzaron los filetes fue de 76-80°C.
- 2) Empapelado con aluminio (EA): Cada filete se envolvió en cuadrados de papel aluminio de 25 x 25 cm. El pescado envuelto se colocó sobre un comal (especie de sartén plano de metal, utilizado en México para cocinas) en una estufa y se sometió a calor a fuego bajo. Dicha técnica tuvo una duración de 6-10 minutos, y los filetes alcanzaron una temperatura interna de 82-93°C.
- 3) Empapelado con hoja de plátano (EP): El filete de pescado se envolvió en hoja de plátano y se colocó sobre un comal de metal en una estufa para someterlo a calor. La duración de dicha técnica fue de 5-8 minutos, y los filetes alcanzaron una temperatura interna de 78-92°C.
- 4) Horno de gas (HG): Los filetes se colocaron dentro de un recipiente que se introdujo al horno de gas para la cocción, durante 7-10 minutos. El horno había sido precalentado a 200°C. La temperatura interna alcanzada por

los filetes fue de 73-78°C.

- 5) Horno de microondas (HM): Cada filete se colocó en un recipiente dentro del horno de microondas y se cocinó durante 2-3 minutos a potencia regular. Alcanzó una temperatura interna de 75-82°C.
- 6) Sofrito (SO): Cada filete se colocó sobre un sartén con 5 mL de aceite de cártamo marca Oleico®, a fuego medio en una estufa. Después de 3 minutos se dio vuelta al filete para llevar a cabo la cocción por ambos lados del pescado. La duración de la técnica fue de 4-7 minutos y los filetes alcanzaron una temperatura interna de 82-93°C.

### Análisis químicos

Después de someter los filetes de pescado a las diferentes técnicas de cocción, las muestras crudas (CR) y cocinadas se molieron en un homogeneizador para llevar a cabo los análisis químicos. El contenido de lípidos totales se llevó a cabo mediante extracción con solventes orgánicos (mezcla etanol:cloroformo) y cálculo gravimétrico, de acuerdo al método de Folch, Lees y Stanley (18). Posteriormente se procedió a una saponificación con potasa metanólica saturada para la obtención de los ácidos grasos libres, los cuales se esterificaron y metilaron con una solución de trifluoruro de boro-metanol al 14%. Se evaporaron a sequedad en atmósfera de N<sub>2</sub>. La detección de ácidos grasos se llevó a cabo con un cromatógrafo de gases Varian 3400 CX, equipado con una columna Supelco SP 2560 de 100m x 0.25mm x 20µm y con detector de ionización de llama. La temperatura del inyector fue 250°C y la del detector 300°C. La temperatura inicial de 140°C se incrementó 10°C/min hasta los 200°C. Esta temperatura se mantuvo por 1min, para luego incrementar 5°C/min hasta alcanzar los 270°C, temperatura que se mantuvo por 7 min. El volumen de inyección fue de 1µL para cada muestra. El estándar interno utilizado fue ácido miristoleico. Para identificar cada ácido graso se compararon los tiempos de retención de cada ácido graso con aquellos de la mezcla Supelco 37 FAME (19).

Se presenta la media de los análisis por triplicado, y los resultados se agruparon en tablas descriptivas.

### Análisis estadístico

Los resultados de los ácidos grasos se agruparon

como sigue: AGS (ácidos grasos saturados), AGMI (ácidos grasos monoinsaturados), AGPI (ácidos grasos poliinsaturados), AGPI<sub>n-3</sub> (ácidos grasos poliinsaturados n-3), AGPI<sub>n-6</sub> (ácidos grasos poliinsaturados n-6) y EPA+DHA (ácidos grasos n-3: eicosapentaenoico y docosahexaenoico).

Los resultados de los LT y los grupos de ácidos grasos se sometieron a un análisis de estadística descriptiva, a un análisis de varianza de una vía por rangos (método de Kruskal-Wallis) y a un procedimiento de comparaciones pareadas múltiples (método de Student-Newman-Keuls, para atún y pámpano, y método de Dunn's para trucha marina). Se determinaron las diferencias significativas entre los grupos de ácidos grasos y lípidos totales según las técnicas de cocción ( $p < 0.05$ ) para cada especie. Se utilizó el software SigmaPlot 2008 para Windows (20).

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en los componentes analizados en los filetes de pescado después de haber sido sometidos a las técnicas de cocción, así como las diferencias significativas en cada una de las tres especies, al comparar sus valores en crudo con las técnicas de cocción. En las Tablas 2 a 4 se presenta parte del perfil de AG de atún, trucha y pámpano.

### Lípidos totales

Por su contenido de LT en crudo (Tabla 1), la trucha marina se considera una especie magra (< 2% de grasa); el atún aleta amarilla es un pescado con bajo contenido de grasa (2 - 4% de grasa); y el pámpano es una especie grasa (> 8% de grasa) (21).

En el atún y trucha, se observó un aumento de la concentración de LT en todas las técnicas de cocción en comparación con el pescado crudo, siendo el pescado sofrito el de mayor contenido lipídico en ambas especies. En pámpano los LT aumentaron en tres técnicas. El máximo valor se encontró en empapelado con papel aluminio, con un aumento de 108,8%, seguido de horno de gas con 107,0%; mientras que hubo una reducción de LT significativa en la muestra sofrita, con 68,6% con respecto al crudo.

En la Figura 1 se muestra el efecto de las técnicas de cocción en los LT de las tres especies de pescado. Se observa en general un comportamiento similar entre el atún y la trucha marina, mientras que en el

TABLA 1. Contenido de lípidos totales y ácidos grasos en tres especies de pescado en crudo y sometidas a seis técnicas de cocción

	CR	VA	EA	EP	HG	HM	SO
<b>Atún aleta amarilla</b>							
Lípidos totales	2,40 <sup>c</sup>	2,49 <sup>c</sup>	3,29 <sup>b</sup>	3,07 <sup>bc</sup>	3,07 <sup>bc</sup>	2,49 <sup>c</sup>	4,22 <sup>a</sup>
AGS	109,76 <sup>a</sup>	114,17 <sup>b</sup>	72,10 <sup>c</sup>	57,91 <sup>d</sup>	375,80 <sup>e</sup>	47,95 <sup>f</sup>	522,34 <sup>g</sup>
AGMI	54,74 <sup>a</sup>	35,31 <sup>d</sup>	39,98 <sup>de</sup>	21,33 <sup>d</sup>	147,96 <sup>c</sup>	32,68 <sup>d</sup>	658,00 <sup>b</sup>
AGPI	123,64 <sup>c</sup>	99,89 <sup>e</sup>	114,98 <sup>e</sup>	75,60 <sup>d</sup>	581,57 <sup>c</sup>	144,43 <sup>b</sup>	799,56 <sup>a</sup>
AGPIIn-3	108,38 <sup>a</sup>	87,86 <sup>a</sup>	101,03 <sup>a</sup>	63,30 <sup>e</sup>	533,09 <sup>d</sup>	115,86 <sup>c</sup>	655,46 <sup>b</sup>
AGPIIn-6	13,93 <sup>bc</sup>	11,64 <sup>c</sup>	13,21 <sup>c</sup>	11,91 <sup>c</sup>	48,49 <sup>b</sup>	13,85 <sup>bc</sup>	144,10 <sup>a</sup>
EPA+DHA	106,70 <sup>a</sup>	87,37 <sup>a</sup>	99,78 <sup>a</sup>	63,04 <sup>b</sup>	533,09 <sup>c</sup>	113,74 <sup>d</sup>	651,14 <sup>c</sup>
<b>Trucha marina</b>							
Lípidos totales	1,40 <sup>c</sup>	2,96 <sup>ab</sup>	3,04 <sup>ab</sup>	2,68 <sup>b</sup>	1,84 <sup>d</sup>	2,09 <sup>e</sup>	3,83 <sup>a</sup>
AGS	372,73 <sup>ab</sup>	434,74 <sup>ab</sup>	354,43 <sup>ab</sup>	353,95 <sup>ab</sup>	233,65 <sup>a</sup>	426,67 <sup>ab</sup>	604,55 <sup>b</sup>
AGMI	253,01 <sup>ab</sup>	246,17 <sup>ab</sup>	170,66 <sup>ab</sup>	140,16 <sup>a</sup>	147,48 <sup>ab</sup>	183,02 <sup>ab</sup>	996,33 <sup>b</sup>
AGPI	497,14 <sup>ab</sup>	479,27 <sup>ab</sup>	299,96 <sup>ab</sup>	547,32 <sup>a</sup>	263,18 <sup>ab</sup>	287,10 <sup>ab</sup>	762,34 <sup>a</sup>
AGPIIn-3	426,34 <sup>a</sup>	404,70 <sup>a</sup>	250,33 <sup>a</sup>	486,52 <sup>a</sup>	232,00 <sup>a</sup>	250,19 <sup>a</sup>	536,63 <sup>a</sup>
AGPIIn-6	74,22 <sup>ab</sup>	73,33 <sup>ab</sup>	49,97 <sup>ab</sup>	52,09 <sup>ab</sup>	31,18 <sup>ab</sup>	27,63 <sup>a</sup>	222,84 <sup>ab</sup>
EPA+DHA	422,19 <sup>a</sup>	399,86 <sup>a</sup>	243,46 <sup>a</sup>	486,03 <sup>a</sup>	220,20 <sup>a</sup>	247,35 <sup>a</sup>	527,43 <sup>a</sup>
<b>Pámpano</b>							
Lípidos totales	12,56 <sup>dc</sup>	13,14 <sup>d</sup>	13,67 <sup>b</sup>	12,47 <sup>dc</sup>	13,45 <sup>c</sup>	11,11 <sup>c</sup>	3,94 <sup>a</sup>
AGS	1492,96 <sup>a</sup>	1338,69 <sup>a</sup>	1092,38 <sup>bc</sup>	1196,48 <sup>c</sup>	1519,78 <sup>a</sup>	1114,82 <sup>bc</sup>	256,47 <sup>b</sup>
AGMI	1063,21 <sup>a</sup>	911,04 <sup>a</sup>	760,08 <sup>bc</sup>	804,54 <sup>c</sup>	1083,33 <sup>a</sup>	750,91 <sup>bc</sup>	332,20 <sup>b</sup>
AGPI	361,07 <sup>a</sup>	365,63 <sup>a</sup>	266,83 <sup>b</sup>	339,39 <sup>b</sup>	357,54 <sup>a</sup>	321,53 <sup>b</sup>	275,55 <sup>b</sup>
AGPIIn-3	241,17 <sup>a</sup>	236,60 <sup>b</sup>	159,92 <sup>c</sup>	207,00 <sup>c</sup>	224,60 <sup>d</sup>	199,41 <sup>c</sup>	117,61 <sup>c</sup>
AGPIIn-6	117,51 <sup>a</sup>	108,89 <sup>bd</sup>	90,97 <sup>c</sup>	114,00 <sup>b</sup>	110,12 <sup>bd</sup>	100,65 <sup>d</sup>	80,99 <sup>c</sup>
EPA+DHA	230,91 <sup>a</sup>	226,76 <sup>b</sup>	151,00 <sup>d</sup>	196,80 <sup>d</sup>	214,91 <sup>c</sup>	190,01 <sup>d</sup>	110,84 <sup>c</sup>

CR: crudo, VA: al vapor, EA: empapelado con aluminio, EP: empapelado con hoja de plátano HG: horno de gas HM: horno de microondas SO: sofrito AGS: Ácidos grasos saturados AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados EPA: Ácido eicosapentaenoico DHA: Ácido docosahexaenoico. Los valores de ácidos grasos se muestran en mg/100g y de lípidos totales en g/100g. Se presenta la media de tres repeticiones. Literales diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

pámpano los LT se comportan de manera diferente, especialmente luego del sofrito.

### Ácidos grasos saturados

La Tabla 1 muestra la concentración de AGS. El menor contenido se encontró en atún cocido en horno de microondas, con un 56,3% con respecto al crudo. El contenido de AGS en trucha aumentó en tres técnicas de cocción y el menor valor se encontró en horno de gas, con una disminución de 37,3%. Tanto en atún como en trucha, la mayor concentración se encontró en la muestra sofrita. En cuanto al pámpano, los AGS disminuyeron en todas las técnicas de cocción, ex-

cepto horno de gas. El valor mínimo lo presentó la muestra sofrita, con una pérdida de 82,8% con respecto al valor crudo.

El AGS más abundante en las tres especies fue el C16:0 (ácido palmítico) (Tablas 2, 3 y 4), excepto con la cocción en horno de microondas de la trucha marina, en donde el C6:0 (ácido caproico) fue el AGS más abundante.

### Ácidos grasos monoinsaturados

Los AGMI del atún aumentaron en las muestras cocinadas en horno de gas y sofrito (Tabla 1); el menor contenido de AGMI se presentó en la trucha empapelada

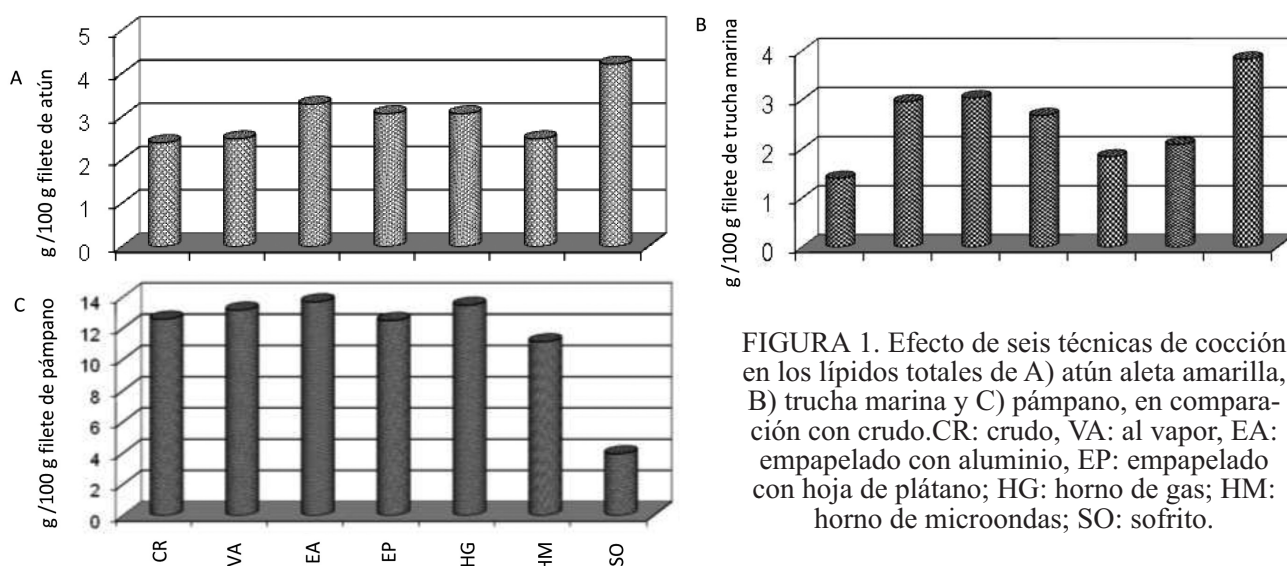


FIGURA 1. Efecto de seis técnicas de cocción en los lípidos totales de A) atún aleta amarilla, B) trucha marina y C) pámpano, en comparación con crudo. CR: crudo, VA: al vapor, EA: empapelado con aluminio, EP: empapelado con hoja de plátano; HG: horno de gas; HM: horno de microondas; SO: sofrito.

TABLA 2. Perfil de ácidos grasos de atún aleta amarilla en crudo y sometido a seis técnicas de cocción, y perfil del aceite Oleico®.

	CR	VA	EA	EP	HG	HM	SO	Aceite Oleico®
C6:0	0,9	3,5	ND	4,9	18,4	10,2	35,5	1
C12:0	0,1	ND	0,4	0,2	ND	ND	2,2	0,1
C14:0	3	3,6	2,2	0,8	7	1,5	16,9	0,4
C15:0	1,1	1,3	0,9	0,4	ND	0,9	1,6	0,1
C15:1	0	ND	0,1	ND	ND	2,1	ND	ND
C16:0	61,3	57,6	39,6	31	212,7	41,8	292,2	25,9
C16:1	12,6	5,4	6,4	2,6	18,8	7,7	31,8	0,7
C17:0	3,5	3	2,6	1,6	10,9	4,3	17,8	0,1
C17:1	1,2	ND	1	1	ND	1	4,5	0,1
C18:0	35,4	44,3	23,6	18,9	116	34,3	151,1	12,1
C18:1n-9 trans	1,7	0,4	0,1	ND	ND	0,2	5,7	ND
C18:1n-9 cis	35,4	31,3	30,2	17,8	129,1	24,2	609,5	419,2
C18:2n-6 trans	0,1	0,1	0	ND	ND	0,1	ND	0,8
C18:2n-6cis	2,3	3,1	2,4	1,6	2,9	1,9	82,2	80,5
C18:3n-6	1,3	0,4	0,1	1	ND	0,1	ND	0,1
C18:3n-3	0,9	0,9	1,1	0,5	ND	1,8	5,9	0,2
C20:0	1,9	0,6	0,7	ND	39,5	1,2	ND	2,2
C20:1	2,9	1,9	2	0,5	ND	2,1	15,9	1,3
C20:2	1,2	0,6	0,6	0,7	ND	0,8	ND	0
C20:3n-3	0,7	ND	0,1	ND	ND	0,2	2,7	0
C20:3n-6	0,6	0,2	0,3	0,6	ND	0,3	ND	0
C20:4n-6	9,4	8,1	10,2	8,8	47	12,2	61,8	ND
C20:5n-3	10,9	13,6	13,9	7,5	56,1	0	88,4	2,3
C21:0	0,7	0,2	0,4	ND	ND	0,5	ND	0
C22:0	0	ND	0,5	ND	ND	0	ND	0
C22:1n-9	0,5	ND	ND	ND	ND	0,4	6,9	0
C22:2	0	ND	0,1	ND	ND	13,8	ND	0,1
C22:6n-3	95,7	73,7	92,7	55,5	476,9	113,7	562,6	0,4
C23:0	0,1	ND	0,1	ND	ND	0	ND	0,4

CR: crudo, VA: al vapor, EA: empapelado con aluminio, EP: empapelado con hoja de plátano HG: horno de gas HM: horno de microondas SO: sofrito ND: no detectado. Los valores se muestran en mg/100g. Se presenta la media de tres repeticiones



TABLA 3. Perfil de ácidos grasos de trucha marina en crudo y sometida a seis técnicas de cocción

	CR	VA	EA	EP	HG	HM	SO
C6:0	8,6	7,2	53,9	76,9	8,8	157,2	41,2
C12:0	9,7	1,2	0,6	3,4	4,8	0,6	1,4
C14:0	13,5	23	22,6	8,8	11,9	4,9	27,6
C15:0	1,7	3,9	2,7	1,3	4,4	10,3	5,8
C15:1	14,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C16:0	196,8	219,9	186,8	176,3	130,2	142,2	346,1
C16:1	63,1	76,5	64	44,2	36,2	32	81,1
C17:0	7,1	8,8	7,5	8,5	6,2	15,1	10,6
C17:1	36,7	2,9	1,7	ND	0,7	9,6	4,5
C18:0	115,3	149,5	102,7	63,7	61,7	94,1	158,9
C18:1n-9 trans	3,6	1,6	ND	ND	13,1	7,8	2,7
C18:1n-9 cis	134,8	146,7	100,3	84,6	89,9	111,8	878,9
C18:2n-6 trans	ND	ND	ND	ND	ND	3,2	ND
C18:2n-6cis	1,8	15,8	11,1	10,5	6,8	9,9	134,7
C18:3n-6	ND	1,1	0,2	2,1	0	1,5	1,2
C18:3n-3	1,3	4,1	6,6	0,9	1,4	2,3	4,3
C20:0	20	6,1	2,5	ND	1,9	2,9	8,7
C20:1	23,5	14,4	3,8	5,5	9,9	8,6	26,3
C20:2	ND	1,2	ND	3,5	ND	3,3	2,6
C20:3n-3	3,4	1,4	0,4	ND	0,8	2,9	4,8
C20:3n-6	16,5	3,6	2,6	0,6	ND	5,1	4,1
C20:4n-6	60,6	52,6	35,7	46,7	27,7	29,1	82,7
C20:5n-3	57,6	112	75,2	110,9	16,1	29,9	85,4
C21:0	ND	0,3	ND	ND	ND	2,2	ND
C22:0	ND	6	ND	17,6	7,3	0,4	ND
C22:1n-9	4,1	3,8	1,2	5,7	8,7	15,9	2,5
C22:2	ND	ND	ND	ND	ND	0,4	0,2
C22:6n-3	364,5	287,8	168,2	375,1	214,7	217,4	441,9
C23:0	3,8	10,1	2,2	ND	ND	4,5	ND

CR: crudo, VA: al vapor, EA: empapelado con aluminio, EP: empapelado con hoja de plátano HG: horno de gas HM: horno de microondas SO: sofrito ND: no detectado. Los valores se muestran en mg/100g. Se presenta la media de tres repeticiones.

con hoja de plátano, cuya concentración también fue la menor en trucha. El contenido de AGMI de trucha disminuyó con todas las técnicas de cocción, excepto en sofrito que presentó un aumento de 281,8% con respecto al crudo. En pámpano, todas las técnicas excepto horno de gas presentaron una disminución en los AGMI; observándose la menor concentración en el sofrito.

El AGMI más abundante en todas las muestras analizadas fue el C18:1n-9cis (ácido oleico)(Tablas 2, 3 y 4).

#### Ácidos grasos poliinsaturados

En comparación con el atún crudo, se encontró un

aumento de AGPI luego de la cocción en horno de gas, microondas y sofrito, siendo esta última la que presentó mayor concentración. La misma situación se observó en la trucha (Tabla 1); la menor concentración en atún se observó en empapelado con hoja de plátano. El contenido de AGPI en trucha aumentó en empapelado con hoja de plátano y sofrito. La menor concentración se observó en horno de gas, con una disminución de 47,0% con respecto al crudo. El contenido de AGPI en pámpano disminuyó en todas las técnicas de cocción, excepto al vapor. La menor concentración se encontró en empapelado con papel aluminio.

TABLA 4. Perfil de ácidos grasos de pámpano en crudo y sometido a seis técnicas de cocción

	CR	VA	EA	EP	HG	HM	SO
C6:0	0,1	4,1	3,1	0,8	8,4	2,1	0
C12:0	1,1	1,5	1,3	1,6	1	0,7	0,1
C14:0	119,6	108	89,3	92,5	114,2	86,8	15
C15:0	22	23,3	18,1	22,5	21,6	22,7	8,5
C15:1	14,4	11,6	9,5	12,3	12,7	12,3	7,4
C16:0	938,5	836,6	690,6	747,7	952,4	691,4	149,7
C16:1	182,1	184,5	149,2	155	176,2	138,7	51,9
C17:0	36,7	35,4	31,9	34,5	35,9	35,8	8,6
C17:1	13,7	14,6	11,6	13,2	14,2	12,8	7,3
C18:0	352,9	310,6	258,6	278	365,9	255,7	67,5
C18:1n-9 trans	8	6,5	5,3	5,2	8	5,4	1,5
C18:1n-9 cis	767,2	629,5	528,7	560	815,1	518,5	256,1
C18:2n-6 trans	0,6	2,1	3,4	4,7	4,5	2,9	0,3
C18:2n-6cis	18	17,3	17,4	24,1	18,2	12,8	39,9
C18:3n-6	2,3	2,6	2,2	2,4	2,5	1,9	1
C18:3n-3	6,3	5,9	4,9	6,5	6,2	5,3	6,1
C20:0	14,1	13,4	10,5	11,1	14	11	3,1
C20:1	57,3	48,7	39,9	42,8	36	45,6	7,2
C20:2	21,4	17,9	15	16,6	20,6	18,4	2,5
C20:3n-3	9,5	3,8	6,5	7,6	8,6	8,3	2,7
C20:3n-6	3,9	8,2	2,9	3,6	3,5	4	0,6
C20:4n-6	86,7	78,4	63,5	74,9	76	74,5	37
C20:5n-3	64,5	71,5	59,4	58,6	57,5	52,7	42,2
C21:0	1,5	1,5	0,9	1,1	1,4	1,3	0,6
C22:0	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,6
C22:1n-9	21,1	18,6	15,6	15,7	20,8	17,2	1,5
C22:2	2,6	2,1	1,4	1,7	2,1	3	0,1
C22:6n-3	168	155,2	121,3	138,1	157,4	137,3	68,6
C23:0	2,6	2,4	2,2	1,9	1,3	1,5	0,4

CR: crudo, VA: al vapor, EA: empapelado con aluminio, EP: empapelado con hoja de plátano HG: horno de gas HM: horno de microondas SO: sofrito ND: no detectado. Los valores se muestran en mg/100g. Se presenta la media de tres repeticiones

El AGPI más abundante en las tres especies fue el C22:6n-3 (DHA) (Tablas 2, 3 y 4).

#### Ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6

El contenido de AGPI n-3 del atún disminuyó en las técnicas al vapor, empapelado con aluminio y con hoja de plátano; sofrito reportó el mayor valor, lo que también se observó en trucha (Tabla 1). El contenido de AGPI n-6 en atún aumentó en horno de gas y en sofrito en 248,1 y 934, 4%, respectivamente; mientras que en las demás técnicas se mantuvo semejante al crudo. En trucha, el contenido de AGPI n-3 aumentó en las técnicas de empapelado con hoja de plátano y

sofrito, y la menor concentración se observó en horno de gas. La concentración de AGPI n-6 en trucha disminuyó en todas las técnicas de cocción excepto en sofrito. El menor valor se encontró en el horno de microondas, mientras que la mayor concentración se observó en la muestra sofrita, con un aumento de 200,2% con respecto al crudo. Las concentraciones de AGPI n-3 y AGPI n-6 de pámpano disminuyeron con todas las técnicas de cocción. El menor contenido de AGPI n-3 y n-6 lo presentó la muestra sofrita.

#### EPA+DHA

En el atún se redujo la concentración de

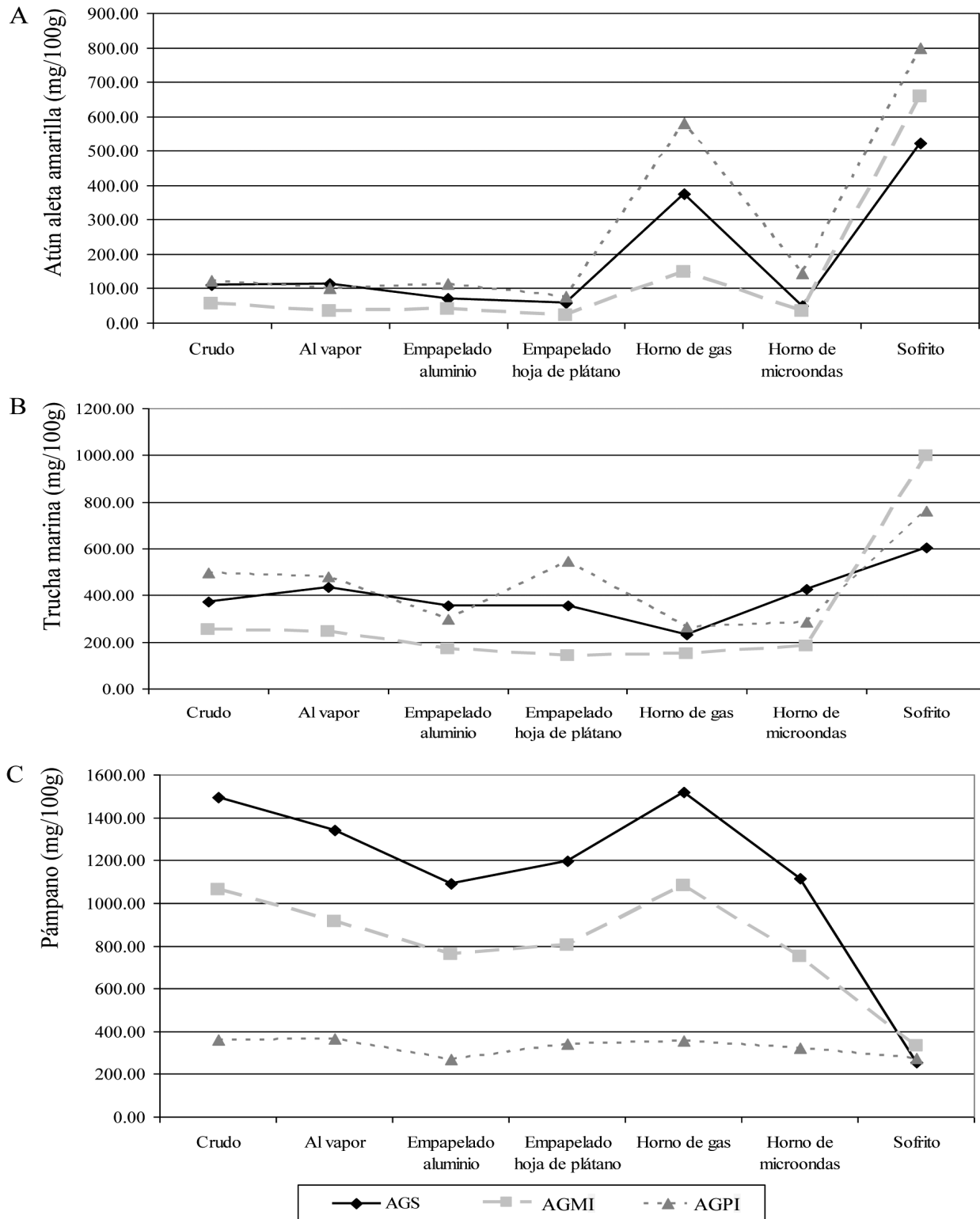


FIGURA 2. Efecto de seis técnicas de cocción en los ácidos grasos de A) Atún aleta amarilla, B) Trucha marina y C) Pámpano, en comparación con los valores en crudo. AGS: Ácidos grasos saturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados.



EPA+DHA al cocinar las muestras al vapor y empapeladas en aluminio y hoja de plátano, comparadas con el crudo (Tabla 1). Atún y trucha sofritas presentaron los mayores valores. En trucha, la mayor pérdida se observó en horno de gas. La concentración de EPA+DHA en pámpano disminuyó con todas las técnicas de cocción. Sofrito presentó la mayor pérdida, con una disminución del 52,0% con respecto al crudo.

En la Figura 2 se observa el efecto que las técnicas de cocción tuvieron en los AG del atún, trucha y pámpano en comparación con el pescado crudo. Se observa una variación similar del perfil de ácidos grasos en atún y trucha, principalmente en las técnicas de vapor, empapelado con aluminio y sofrito; mientras que el pámpano se comporta de manera diferente en todas las técnicas de cocción.

#### Perfil de ácidos grasos

El perfil de AG del atún se presenta en la Tabla 2. El AG más abundante en el atún crudo y sometido a las técnicas de cocción, excepto sofrito, fue el DHA. En la muestra sofrita, el ácido graso más abundante fue el oleico (C18:1n-9cis), lo que también ocurrió en trucha y pámpano. En la Tabla 3 se muestra el perfil de AG de la trucha marina, el AG más abundante de esta muestra en crudo fue el DHA, así como en las técnicas al vapor, empapelado con hoja de plátano, horno de gas y microondas, mientras que con la técnica de empapelado con aluminio, el ácido graso más abundante fue el palmítico. En la Tabla 4 se muestra el perfil de AG del pámpano. El ácido más abundante en la muestra cruda y en todas las técnicas de cocción a excepción de sofrito, fue el ácido palmítico (C16:0). Las Tablas 2 y 3 muestran que en el pescado crudo se observó una mayor diversidad de ácidos grasos, mientras que en las técnicas de cocción aplicadas algunos no lograron ser detectados. La técnica que ocasionó la mayor pérdida de ácidos grasos fue horno de gas en el atún y el sofrito en la trucha, lo que no se observó en el pámpano.

## DISCUSIÓN

En México, el consumo anual de pescado se encuentra por debajo del mundial y la mayoría de la población no cubre la recomendación de la American Heart Association de ingerirlo 2 veces por semana (6, 22). Las técnicas de cocción a las que se somete el pescado son un factor determinante para su consumo,

pero es necesario conocer el efecto que tienen sobre los nutrientes, ya sea favoreciendo su concentración o pérdida. Se deben recomendar aquellas técnicas que concentren los nutrientes benéficos, tales como los AGP n-3.

#### Al vapor

Esta técnica aumentó la concentración de LT en las tres especies en comparación con el valor en crudo, pero únicamente aumentó los AGS en atún y en trucha. Disminuyó el resto de los AG en las tres especies, excepto los AGPI del pámpano. Con esta técnica se encontró la menor concentración de AGPI n-6 en el atún y la mayor concentración de AGPI en pámpano (Tabla 1, Figuras 1 y 2). Tanto el atún como la trucha tienen un contenido lipídico similar en crudo, lo cual podría explicar que su comportamiento sea distinto al de pámpano al someterlos a cocción al vapor.

Izquierdo y cols (23) estudiaron el efecto que las técnicas de al vapor y frito tenían sobre *Cynoscion maracaiboensis*, pescado del mismo género que la trucha del presente estudio. El contenido de LT en la muestra cruda fue más elevado que el del presente estudio. Dicho filete crudo presentó 25,53% de AGS y 74,65% de AG insaturados (23), mientras que en el presente trabajo la trucha cruda presentó 33,19% de AGS y 66,81% de AG insaturados; en la trucha al vapor los AGS aumentaron hasta 116,6%, y el resto de los AG presentó una disminución en su concentración, desde 1,19% (AGPI n-6) hasta 5,28% (EPA+DHA). Izquierdo y colaboradores (23) determinaron que esta técnica no produjo cambios significativos en los AG de *C. maracaiboensis*. Lo anterior es similar a lo encontrado en el presente estudio, pues los AG de la trucha al vapor tampoco presentaron diferencias significativas con respecto a los valores en crudo, y únicamente los LT aumentaron significativamente, a pesar de que los valores son distintos a los reportados por Izquierdo y cols.

#### Empapelado con aluminio y hoja de plátano

Los LT y AG del atún, trucha y pámpano se comportaron de manera similar en la técnica de empapelado con aluminio, la cual concentró ligeramente la cantidad de LT pero disminuyó la de AG en las tres especies, en comparación con los valores en crudo. Mediante esta técnica no hay una pérdida de líquido que resulte en la concentración de nutrientes del alimento. Se encontró

la mayor concentración de LT y el menor contenido de AGPI en pámpano (Tabla 1, Figuras 1 y 2).

El empapelado con hoja de plátano concentró los LT de atún y trucha, mientras que los de pámpano disminuyeron. Todos los AG de atún y pámpano disminuyeron, sin embargo, los AGPI, AGPI<sub>n-3</sub> y EPA+DHA de la trucha aumentaron su concentración. Dicha técnica presentó la menor concentración de AGMI, AGPI, *n-3* y EPA+DHA en el atún y de AGMI en trucha marina. Existe una pérdida de los ácidos grasos de interés con ambas técnicas de empapelado, lo cual es probable que ocurra debido a una adherencia de éstos tanto al papel aluminio como a la hoja de plátano, mismos que no son raspados para consumirse, y lo cual puede resultar ventajoso para aquellos consumidores que busquen limitar su consumo de AGS, sin embargo, en aquellas personas que deseen aumentar su consumo de AGPI *n-3*, esta técnica no sería la más recomendada pues hay una pérdida de dichos nutrientes.

#### Horno de gas

Comparados con los valores en crudo, los LT de todas las especies aumentaron. Se concentraron los AGS y AGMI de pámpano, y todos los AG de atún. En la trucha disminuyó la concentración de todos los AG. Con esta técnica se encontraron los niveles más elevados de AGS y AGMI en pámpano, y la concentración más baja de todos los AG (excepto AGMI) en trucha (Tabla 1, Figuras 1 y 2). Este método implica pérdida de humedad para el alimento (10), lo que explica la concentración de algunos de los nutrientes estudiados. Por otro lado, la disminución de ciertos AG puede deberse al efecto que el calor ejerce sobre ellos.

Estudios anteriores (10, 13, 14) han analizado el efecto de distintas técnicas de cocción en especies de pescado como la tilapia *Oncorhynchus mykiss* y la sardina *Sardinops sagax*, de contenido lipídico similar al atún del presente estudio (3,4 y 4% de grasa, respectivamente) (10, 15). Al someter al atún a la cocción en horno de gas, todos los componentes nutricionales analizados se concentraron, desde 127,9% (LT) hasta 499,6% (EPA+DHA). Los presentes resultados concuerdan con el estudio de Gokoglu y cols (10), en el cual el contenido lipídico de *O. mykiss* aumentó en un 180,0%.

En el pámpano cocinado en horno de gas aumentó el contenido de LT, AGS y AGMI, en comparación

con los valores en crudo, desde 101,8% hasta 107,0%. El resto de los AG analizados disminuyó desde 0,9% hasta 6,93%. Gall y cols (14) analizaron el efecto de cuatro técnicas de cocción en *Trachinotus carolinus*. En dicho estudio (14) se encontró que al hornear filetes de *T. carolinus* no hubo alteraciones significativas en sus AG, mientras que en el presente se encontraron diferencias entre esta técnica y crudo para AGS, AGMI, AGPI, AGPI<sub>n-3</sub> y EPA+DHA, lo cual puede deberse a diferencias entre la técnica de cocción de los estudios, así como factores relacionados con la especie, tales como época de captura, género, edad, entre otros. Por ello, es importante continuar evaluado el efecto que diferentes técnicas de cocción ejercen en distintas especies de pescado, para generar conocimiento más específico que pueda ser aplicado por la población que consume dicho alimento.

#### Horno de microondas

Con la técnica de horno de microondas aumentaron los LT del atún y la trucha, pero disminuyeron los del pámpano en comparación con los valores crudos. Dicha técnica disminuyó la concentración de todos los AG en pámpano, de los AGS, AGMI y AGPI<sub>n-6</sub> en atún; y de todos los AG, excepto los AGS, de trucha marina. Dicha técnica presentó la menor concentración de AGS del atún (Tabla 1, Figuras 1 y 2). Dichos resultados demuestran que a pesar de que se aplique una misma técnica de cocción, la concentración o pérdida de los nutrientes varía de acuerdo a cada especie.

Izquierdo et al. (12) analizaron el efecto que tuvieron tres técnicas de cocción sobre la composición proximal y los AG del atún (*Thunnus thynnus*), especie del mismo género que la del presente trabajo. Estos autores recomiendan esta técnica ya que mantiene elevadas concentraciones de AGPI<sub>n-3</sub>, lo cual también se observó en el presente estudio, en el cual también se encontró una disminución de los AGS, lo que convierte al horno de microondas en una adecuada técnica de cocción para el atún.

En el atún cocinado en horno de microondas se concentraron los AGPI, AGPI<sub>n-3</sub> y EPA+DHA (desde 3,7 hasta 16,8%), mientras que el contenido de AGS, AGMI y AGPI<sub>n-6</sub> disminuyó desde 0,5 hasta 56,3%. En el estudio de Gokoglu y cols se encontró un aumento de 131,0% en los LT de *O.*

mykiss, porcentaje mayor al encontrado en el presente trabajo (10). Izquierdo y cols (12) encontraron que el microondas produjo un aumento de 265,1% en los LT, porcentaje mayor al encontrado en el presente. Los AGS de la especie analizada por Izquierdo et al. (12) aumentaron en un 102,9%, los AGMI en un 108,5%, y los AGPI y AGPIIn-3 disminuyeron en un 18,8%; resultados distintos a los de este estudio, debido posiblemente a diferencias en la técnica de cocción y a la diferencia de especie del pescado.

El horno de microondas aumentó la concentración de AGS de trucha y el resto de los AG presentó una disminución desde 27,6% hasta 42,2%. Estudios llevados a cabo en *O. mykiss* (13, 24), encontraron que el microondas no produce cambios significativos en los AG en comparación con otras técnicas de cocción, aunque sí se encontró un aumento de éstos en comparación con la muestra cruda (13). Sahin y cols (24) encontraron que la mayor parte de los AG de la trucha no se pierde durante la cocción en el horno de microondas y recomiendan esta técnica para la trucha, cocinada por 20 segundos y a 60% de potencia del horno de microondas. Según los resultados del presente estudio, cocinar el pescado a potencia regular por 2 minutos implica pérdida de algunos AG, por lo cual no sería la técnica de cocción más recomendada para dicha especie.

En el pámpano se encontró una pérdida en todos los componentes estudiados desde 11,54% (LT) hasta 25,33% (AGS). Gally cols (14) concluyeron que los AG de pámpano no se modifican significativamente al cocinarlo con dicha técnica. En el presente estudio el comportamiento de los nutrientes analizados sí tuvo modificaciones significativas, aunque en menor medida que las otras técnicas de cocción en pámpano.

### Sofrito

En el presente trabajo se utilizó el aceite marca Oleico® cuyo perfil de ácidos grasos se presenta en la Tabla 2. El AG más abundante en dicho aceite fue el oleico, con un valor de 419,29 mg/100 g. Con el sofrito aumentaron los LT y todos los AG del atún y trucha, mientras que lo contrario se observó en pámpano (Tabla 1, Figuras 1 y 2), única especie grasa del presente estudio.

Cuando el atún fue sofrito todos sus componentes aumentaron, desde 175,8% (LT) hasta más de 1200,0% (AGM). En el trabajo de Gokoglu et al. (10),

al freír *O. mykiss* su contenido de LT aumentó en un 369,1%; similar a lo encontrado en el estudio de Candela y cols (15), donde al freír *S. pilchardus* su contenido de LT se concentró en un 332,5% con respecto al valor en crudo. En el mismo estudio (15) se encontró una disminución en el contenido de AGS (de 272,0 hasta 143,3 mg/100g) después de freír el pescado; mientras que el contenido de AGMI y AGPI aumentó en un 118,8% y 185,3%, respectivamente; porcentajes menores a los encontrados en el presente estudio, los cuales pueden deberse a la diferencia de las especies analizadas. En el estudio de Izquierdo y cols (12) con dicha técnica, el contenido lipídico aumentó en un 347,7%, los AGS disminuyeron en un 26,2%, los AGMI disminuyeron un 18,4%, los AGPI aumentaron en un 154,8% y los AGPIIn-3 disminuyeron en un 27,4%, contrario a lo que sucedió en el presente, pues aumentaron todos los componentes. Es importante mencionar que debido a la adición de aceite al sofreír, las concentraciones de AG del pescado dependerán en gran medida del tipo, marca y cantidad de aceite utilizado, lo que puede explicar las diferencias con otros estudios.

Con el sofrito aumentaron todos los componentes de la trucha en comparación con el valor crudo. En el estudio de Izquierdo y cols (23), la trucha *C. maracai-boensis* frita presentó una mayor concentración de AGS que de insaturados (68,18 y 31,82%, respectivamente). En el presente estudio la muestra sofrita presentó un 25,58% de AGS y 74,41% de AG insaturados. Según MnariBhoury y cols (4), el aumento en los componentes nutricionales (tanto lípidos totales como AG) al freír, se debe a la adición del aceite que se utiliza en esta técnica. Estos cambios se deben a la absorción de grasa del medio, pérdida de humedad, cambios químicos en moléculas liposolubles del pescado y generación de radicales libres en el aceite caliente.

Cuando el pámpano fue sofrito, todos los componentes analizados disminuyeron, desde 23,6% (AGPI) hasta 82,8% (AGS). De acuerdo con Gall y cols, a mayor contenido lipídico de la especie, menor será su absorción de AG al freírla (14). Lo anterior explica los resultados obtenidos en el pámpano sofrito, pues es la especie con mayor contenido lipídico en crudo y al sofreírla no se presentó el mismo comportamiento que en los otros dos pescados (Figura 2). En la Figura 2A y 2B se observa un claro aumento de los componentes nutricionales analizados con la técnica de sofreído,

mientras que en la Figura 2C se observa una disminución de los mismos.

## CONCLUSIÓN

Las especies de pescado se comportaron de manera distinta cuando se sometieron a las diversas técnicas de cocción, variando en su tipo y cantidad de ácidos grasos, dependiendo en gran medida del contenido graso del pescado. Considerando los ácidos grasos, el sofrito fue la técnica que mayor impacto tuvo en ellos al concentrarlos de manera considerable en atún y trucha (magras) y disminuyéndolos en el pámpano (graso).

Para la cocción del atún aleta amarilla se recomiendan las técnicas de empapelado con aluminio y horno de microondas, ya que disminuye los AGS de la especie y su contenido de AGPI<sub>n</sub>-3 es de alrededor de 100mg/100g de filete, considerado como buen aporte de dicho nutriente. Para la trucha marina la técnica recomendada es empapelado con hoja de plátano, pues disminuye los AGS y proporciona una concentración de AGPI<sub>n</sub>-3 >485mg/100g, lo que la convierte en una excelente fuente de dichos ácidos grasos. En cuanto al pámpano, todas las técnicas son recomendadas excepto horno de gas, pues aumenta el contenido de LT y AGS.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Sr. Jorge Toral, de La Nueva Vega, por el apoyo con las especies de pescado.

## REFERENCIAS

1. Pirini M, Testi S, Ventrella V, Pagliarani A, Badiani A. Blue-black fish: Fatty acid profile in selected seasons and retention upon baking. *Food Chem.* 2010; 123:306-314.
2. Mozaffarian D, Lemaitre RN, Kuller LH, Burke GL, Tracy RP, Siscovick DS. Cardiac benefits of fish consumption may depend on the type of fish meal consumed. The Cardiovascular Health Study. *Circulation.* 2003; 107:1372-1377.
3. Kris-Etherton, P.M., Harris, W. S., Lawrence, J. Nutrition Committee. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation.* 2002; 106:2747-2757.
4. MnariBhouri A, Fekih S, HarzallahHanene J, Madiha D, Imen B, ElCafsi M, Hammami M, Chaouch A. Antioxidant property of wild and farmed sea bream (*Spaurusaurata*) cooked in different ways. *Afr J Biotechnol.* 2011; 10:19623-19630.
5. Kocatepe D, Turan H, Taskaya G, Kaya Y, Erden R, Erdogu F. Effects of cooking methods on the proximate composition of black sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758). *GIDA.* 2011; 36:71-75.
6. Lichtenstain AH, Appel LJ, Brands M, Carnethon M, Daniels S, Franch HA, et al. Diet and lifestyle recommendations Revision 2006: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation.* 2006; 114: 82 – 96.
7. Kris-Etherton PM, Taylor DS, Yu-Poth S, Hutg P, Moriarty K, Fishell V, Hargrove RL, Zhao G, Etherton TD. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *Am J Clin Nutr.* 2000; 71:179S-188S.
8. Passi S, Cataudella S, Di Marco P, De Simone F, Rastrelli L. Fatty acid composition and antioxidant levels in muscle tissue of different Mediterranean marine species of fish and shellfish. *J Agric Food Chem.* 2002; 50: 7314-7322.
9. Al-Saghir A, Thurner K, Wagner KH, Frisch G, Luf W, Razzazi-Fazeli E, et al. Effects of different cooking procedures on lipid quality and cholesterol oxidation of farmed salmon fish (*Salmosalar*). *J Agric Food Chem.* 2004; 52:5290-5296.
10. Gokoglu N, Yerlikaya P, Cengiz E. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chem.* 2004; 84:19-22.
11. Kaya Y, Turan H, Erdem ME. Fatty acid and amino acid composition of raw and hot smoked sturgeon (*Husohuso*, L. 1758). *Int J Food Sc Nutr.* 2008; 59:635-642.
12. Izquierdo P, Torres G, Allara M, Barros J, Delgado P, Añez J. Efecto de tres métodos de cocción en la composición proximal y el perfil de ácidos grasos del atún (*Thunnusthynnus*). *Rev Cient.* 2001; 11:367-372.
13. Unusan N. Change in proximate, amino acid and fatty acid contents in muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after cooking. *Int J Food Sci Tech.* 2007; 42:1087-1093.
14. Gall KL, Otwell WS, Koburgier JA, Appledorf H. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. *J Food Sc.* 1983; 48:1068-1074.
15. Candela M, Astiasarán I, Bello J. Deep-fat frying modifies high-fat fish lipid fraction. *J Agric Food Chem.* 1998; 46:2793-2796.
16. Chávez VA, Pérez-Gil RF, eds. Composición de alimentos. Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo. 2nd. ed. Mexico: McGraw Hill; 2010.
17. Castro-González MI, Miranda-Becerra D. El pescado en la dieta del paciente renal: relación fósforo:ácidos

- grasos n-3. *RevInvestClin*. 2010; 62: 44-53.
18. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 1957; 226: 497-509.
  19. Castro-González MI, Maafs-Rodríguez AG, Pérez-Gil Romo F. Evaluación de diez especies de pescado para su inclusión como parte de la dieta renal, por su contenido de proteína, fósforo y ácidos grasos. *Arch Latinoamer Nutr*. 2012; 62:127-136.
  20. Systat Software. SigmaPlot 11.0. [CD-ROM] San Jose, California, EUA. Programa computacional.
  21. Nurnadia AA, Azrina A, Amin I. Proximate composition and energetic value of selected marine fish and shellfish from the West coast of Peninsular Malaysia. *Int Food Res J*. 2011; 18: 137-48.
  22. Departamento de Pesca y Acuicultura. FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Perfiles sobre la pesca y acuicultura por países. 2001. Internet. Recuperado el 8 de mayo de 2012 en el sitio web: [http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP\\_MX/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_MX/es)
  23. Izquierdo P, Ferrari G, González E, Barboza Y, Márquez Salas EJ, Allara M. Efecto de dos tipos de cocción sobre la composición química y perfil de ácidos grasos de filetes de corvina (*Cynoscion maracaibensis*). *Rev Cient*. 1999; 9:367-371.
  24. Sahin S, Sumnu G. Effects of microwave cooking on fish quality. *Int J Food Prop*. 2001; 4:501-512.

Recibido: 08-02-2013

Aceptado: 06-06-2013