



Original/Valoración nutricional

Impacto de seis técnicas de cocción sobre la composición de ácidos grasos en marlín (*Makaira nigricans*) y merluza (*Merluccius productus*)

María Isabel Castro-González y Silvia Carrillo-Domínguez

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Departamento de Nutrición Animal "Dr. Fernando Pérez-Gil Romo". México.

Resumen

Introducción: el consumo frecuente de pescado aporta beneficios a la salud por su contenido en ácidos grasos n-3. Generalmente se consume cocinado pero la cocción mejora o perjudica la concentración de ácidos grasos (AG), pues son susceptibles a oxidarse por las temperaturas y tiempos de cocción.

Objetivos: analizar el efecto de seis técnicas de cocción sobre los lípidos totales (LT) y AG de marlín y merluza y seleccionar la que favorece una mejor conservación de AG de importancia para la salud.

Métodos: se sometieron los filetes a diferentes técnicas de cocción: vapor (VA), empapelado papel-aluminio (EA), empapelado hoja-plátano (EP), horno-gas (HG), horno-microondas (HM) y sofrito (SF). Los AG se identificaron por cromatografía de gases/FID.

Resultados y discusión: Marlín: el SF aumentó la concentración de LT y el HM la disminuyó. Estadísticamente, los AGS, AGP y EPA + DHA aumentaron con EA, los AGM disminuyeron con EP y aumentaron en el SF. Merluza: el SF aumentó la concentración en todos los grupos de AG, mientras que el VA la disminuyó. Por los valores de AGS, índices de aterogenicidad (IA), trombogenicidad (IT), susceptibilidad a la peroxidación y relación hipocolesterolemica/hipercolesterolemica de los ácidos grasos (HH) encontrados, se sugiere que la merluza es un pescado con mayores beneficios para la salud, independientemente de la técnica que se aplique. Por su contenido en EPA + DHA el marlín parece ser una excelente opción si se cocina en papel aluminio. La técnica de sofrito en ambas especies disminuyó el IA, IT y aumentó significativamente la HH, sin embargo la relación n3/n6 disminuyó. La técnica menos conveniente para ambas especies resultó ser el VA.

(Nutr Hosp. 2015;32:1289-1299)

DOI:10.3305/nh.2015.32.3.9258

Palabras clave: Técnicas de cocción. Pescado. Ácidos grasos.

Correspondencia: María Isabel Castro-González.

Instituto Nacional de Ciencias Médicas
y Nutrición Salvador Zubirán.

Departamento de Nutrición Animal "Dr. Fernando Pérez-Gil Romo". Vasco de Quiroga N.º 15, Col. Sección XVI, Delegación Tlalpan, CP 14080, Distrito Federal, México
E-mail: isacastro55@yahoo.com.mx

Recibido: 14-V-2015.

Aceptado: 1-VII-2015.

IMPACT OF SIX COOKING TECHNIQUES ON FATTY ACID COMPOSITION OF MARLIN (*MAKAIRA NIGRICANS*) AND HAKE (*MERLUCCIUS PRODUCTUS*)

Abstract

Introduction: the regular consumption of fish brings benefits to health due to its content of n-3 fatty acids, but cooking enhances or damages the concentration of fatty acids (FA) since they are susceptible to oxidation by temperatures and cooking times.

Objectives: to analyze the effect of six cooking techniques on total lipids (TL) and (FA) content in marlin and hake and select which one helps the best conservation of health beneficial FA.

Methods: fillets were subjected to different cooking techniques: steam (ST), foiled-aluminum-paper (FAP), foiled-banana-leaf (FBL), gas-oven (GO), microwave-oven (MO) and fried-lightly (FL). FA were identified by gas chromatography/FID.

Results and discussion: Marlin: FL increased the concentration of TL and MO decreased it. Statistically, PUFA, SFA and EPA + DHA increased with FAP, MUFA decreased with FBL and increased in FL. Hake: FL increased concentration in all groups of FA while ST decreased it. SFA values and index of atherogenicity (IA), thrombogenicity (IT), peroxidisability and hipocolesterolemia/hipercolesterolemia fatty acid ratio (HH) found, suggested that hake is a fish with greater health benefits, regardless of the technique you employ. By its EPA + DHA content, marlin seems to be an excellent choice if cooked FAP. FL technique in both species decreased the IA, IT and significantly increased the HH; however n3/n6 ratio decreased. ST seems to be the least desirable cooking technique for both species.

(Nutr Hosp. 2015;32:1289-1299)

DOI:10.3305/nh.2015.32.3.9258

Key words: Cooking techniques. Fish. Fatty acids.

Abreviaturas

AG: Ácidos grasos
AGM: Ácidos grasos monoinsaturados
AGP: Ácidos grasos poliinsaturados
AGS: Ácidos grasos saturados
CR: Crudo
DHA: Ácido docosahexaenoico
EA: Empapelado con papel aluminio
EP: Empapelado con hoja de plátano
EPA: Ácido eicosapentaenoico
HG: Horno de gas
HM: Horno de microondas
HH: Relación hipocolesterolémica/hipercolesterolemica de los ácidos grasos
IA: Índice de aterogenicidad
IT: Índice de trombogenicidad
IP: Índice de susceptibilidad a la peroxidación
LT: Lípidos totales
SF: Sofrito
VA: Al vapor

Introducción

Las especies de pescado comestible presentan gran variabilidad en su contenido de ácidos grasos, vitaminas y minerales. Estas diferencias dependen de dos tipos de factores: 1) bióticos (género, especie, edad, clima, zona geográfica, profundidad, estado fisiológico, cantidad de grasa en el músculo) y abióticos (técnicas de manipulación, conservación, procesamiento y cocción)¹⁻⁵.

En varios estudios ha analizado el contenido de los ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AGP n-3) eicosapentaenoico y docosahexaenoico (EPA y DHA) en pescado, por ser la principal fuente alimenticia de ellos⁴⁻¹⁰. Se sabe que dichos ácidos pueden disminuir el colesterol LDL y mejorar el perfil lipídico de las personas, así como ejercer efectos antitrombóticos, antiinflamatorios, antiarrítmicos y vasodilatadores, convirtiéndolos en nutrimentos de interés para la prevención de enfermedades crónicas¹¹⁻¹⁴.

Estudios sugieren que algunas técnicas de cocción favorecen la prevención de ciertas enfermedades^{14,15}. Algunos nutrimentos de importancia fisiológica se pierden en función de la técnica culinaria utilizada^{16,17}. La temperatura alcanzada y el tiempo de cocción permiten que los alimentos mejoren su contenido microbiológico y su digestibilidad, pero pueden también acelerar el deterioro de algunos compuestos lábiles al calor afectando su contenido nutricional y las propiedades sensoriales del alimento^{17,18}. Los análisis nutrimentales del pescado normalmente se realizan en crudo^{3,5,6,8-10}, sin embargo estos datos tienen una utilidad muy limitada ya que el pescado usualmente se consume cocido^{1,11,17}. Actualmente tanto los profesionales de la salud como los consumidores tienen poco conocimiento sobre el aporte nutricional de las diferentes especies de pescado

cocidas^{4,19,20}. Considerando que uno de los principales beneficios del consumo de pescado es su aporte de AGP n-3 y que los ácidos grasos (AG), especialmente los AGP, son muy susceptibles a oxidarse por la cocción, es importante conocer el impacto que distintas técnicas de cocción tienen en el perfil de ácidos grasos^{1,11,21-23}. De esta forma se podrían identificar aquellas técnicas que permitan una mayor retención de nutrimentos benéficos, para poder seleccionar la preparación ideal del pescado según las necesidades del consumidor.

Objetivos

Analizar el efecto de seis técnicas de cocción en el contenido de lípidos totales y el perfil de ácidos grasos de dos especies de pescado comestibles: marlin (*Makaira nigricans*) y merluza (*Merluccius productus*) y seleccionar la que favorece una mejor conservación de los ácidos grasos de importancia para la salud.

Métodos

Muestras

Ambas especies de pescado se adquirieron en el Mercado de Pescados y Mariscos “La Nueva Viga”, el centro de distribución de recursos pesqueros más grande de América Latina, ubicado en la Ciudad de México²⁴. Se recolectaron varios ejemplares de cada especie y se tomaron los de mayor tamaño. De cada especie se obtuvieron siete filetes sin piel de 100g cada uno. Por su contenido de LT en crudo, marlin se considera una especie de bajo contenido graso (2 – 4% de grasa) y merluza una especie magra (< 2% de grasa)²⁵. Ambas especies son pelágicas y de clima subtropical²⁶.

Técnicas de cocción

Los filetes de ambas especies se sometieron por separado a seis técnicas de cocción estandarizadas. La temperatura interna que alcanzaron los filetes se midió con un termómetro digital infrarrojo con mira láser y siempre se alcanzó la temperatura de inocuidad (63-70 °C)²⁷. No se añadió sal, aceite o ningún otro ingrediente, excepto para la técnica de sofrito. Se guardaron de cada especie filetes crudos como referencia.

Los tiempos y temperaturas se manejan en rangos porque estos variaron según la especie de pescado y el grosor/tamaño del filete (aún cuando el peso era el mismo).

Al vapor (VA): Se calentó agua en un recipiente hasta la temperatura de ebullición y se colocaron los filetes de pescado sobre una vaporera dentro del recipiente. El tiempo de cocción fue de 5-9 minutos y el pescado alcanzó una temperatura interna de 78-80°C.

Empapelado con papel aluminio (EA): Los filetes se envolvieron en cuadrados de papel aluminio de 25cm x 25 cm y se colocaron sobre un comal (artefacto de cocina muy utilizado en México similar a un sartén plano de metal). El comal se sometió a calor a fuego bajo sobre una estufa, de manera que la cocción se llevó a cabo mediante la propia humedad del pescado. Los tiempos de cocción fueron de 6 – 10 minutos y los pescados alcanzaron una temperatura interna de 82 – 93°C.

Empapelado con hoja de plátano (EP): Técnica similar a la anterior, con la diferencia de que los filetes de pescado se envolvieron en hoja de plátano (*Musa sp*) (técnica comúnmente usada en México). Los filetes envueltos se colocaron sobre un comal sometido a calor sobre una estufa a fuego bajo. Los tiempos de cocción variaron de 5 – 8 minutos y los filetes alcanzaron una temperatura de 78 – 92°C.

Horno de gas (HG): Los filetes de pescado se colocaron encima de una charola que se introdujo a un horno de gas precalentado a 200°C. Los tiempos de cocción fueron de 7 – 10 minutos y los filetes alcanzaron una temperatura de 73 – 78°C.

Horno de microondas (HM): Los filetes se colocaron dentro de un recipiente de vidrio que se introdujo al horno de microondas casero, en donde se cocinó durante 2 – 3 minutos a potencia 7. La temperatura interna de los filetes de pescado fue de 74 – 82°C.

Sofrito (SF): Los filetes se colocaron sobre un sartén con 5 ml de aceite de cártamo marca Oleico®. Se cocinaron a fuego medio. A los 4 minutos de haber iniciado la cocción se dio vuelta al filete para cocer ambos lados. La duración total de la técnica fue de 5 – 7 minutos, en donde los pescados alcanzaron una temperatura interna de 82 – 93°C.

Análisis químicos

Los filetes se molieron y homogenizaron para llevar a cabo los análisis químicos de lípidos totales (LT) y ácidos grasos (AG). Los LT se extrajeron con solventes orgánicos (etanol:cloroformo) y se calcularon gravimétricamente de acuerdo al método de Folch y colaboradores²⁸. Para la identificación y cuantificación de los AG se llevó a cabo una saponificación con potasa metanólica saturada. Los AG se esterificaron y metilaron con una solución de trifluoruro de boro-metanol al 14%. Posteriormente se evaporaron a sequedad en atmósfera de N₂. Su detección se llevó a cabo con un cromatógrafo de gases Varian 3400 CX con detector de ionización de flama. Para identificar cada AG se compararon sus tiempos de retención con aquellos de la mezcla Supelco 37 FAME²⁹. Se analizaron por triplicado.

Análisis estadístico

Los resultados para cada técnica de cocción de ambas especies se agruparon en las siguientes categorías:

LT, ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGM), ácidos grasos poliinsaturados (AGP), ácidos grasos n-3 y n-6 (AGP n-3, AGP n-6) y EPA+DHA. Los resultados de LT y de los grupos de AG se sometieron a un análisis de varianza por rangos (ANOVA) y a un procedimiento de comparaciones pareadas múltiples (prueba de Tukey, Holm-Sidak o Dunn), para determinar las diferencias significativas entre los nutrimentos para cada técnica de cocción, por especie ($p < 0.05$). Asimismo, se identificaron las diferencias estadísticas de los nutrimentos entre especies usando la prueba t ($p < 0.05$). Se utilizó el software SigmaPlot 2008 para Windows³⁰.

Resultados

En las tablas I y II se presenta el efecto que las técnicas de cocción tuvieron en los LT y AG de las especies analizadas.

Lípidos totales. Las técnicas de EP y SF aumentaron la concentración de LT en marlin (Tabla I), mientras que HM presentó la menor cantidad. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre SF y HM. En merluza (Tabla II), únicamente la técnica VA disminuyó la concentración de LT y la mayor concentración se encontró, al igual que en marlin, con SF. Para merluza, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la muestra cruda y VA en comparación con SF.

Ácidos grasos saturados (AGS). Los AGS en marlin aumentaron con todas las técnicas de cocción excepto VA en comparación con la muestra cruda, mientras que para merluza todas las técnicas excepto SF ocasionaron una pérdida de estos AG. En cuanto a marlin, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las técnicas de EA al compararse con CR y VA; mientras que para merluza las diferencias significativas se encontraron en VA y HM al compararlas con SF (Tablas I y II). En ambas especies el AGS más abundante en las muestras crudas fue el C16:0 (ácido palmítico). Dicho ácido fue el más elevado en todas las técnicas de cocción para ambas especies, excepto en marlin sometido al HM, en donde el AGS más abundante fue C18:0 (ácido esteárico). Para marlin la mayor concentración de C16:0 la presentó la muestra EA, mientras que para merluza el mayor valor se encontró en SF (Tablas I y II).

Ácidos grasos monoinsaturados (AGM). En ambas especies (Tablas I y II) se observó un comportamiento diferente al de los AGS. Para marlin las técnicas de EA, HG y SF aumentaron las concentraciones de los AGM, y en merluza todas las técnicas excepto VA la incrementaron. En ambas especies la mayor concentración se observó en SF. Para marlin, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los AGM de las técnicas EP y SF. En cuanto a merluza, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los AGM al comparar VA vs EA y SF, así como entre CR y SF. El AGM más abundante fue el C18:1n-9 cis (ácido oleico) siendo SF la técnica que mayor cantidad presentó.

Tabla I
Perfil de ácidos grasos (mg/100g), lípidos totales (g/100g) e índices de calidad nutricional en filetes de marlin sometidos a seis técnicas de cocción

	Crudo	Al vapor	Empapelado con aluminio	Empapelado con hoja de plátano	Horno de gas	Horno de microondas	Sofrito	Aceite Oléico®
C6:0	ND	ND	5.10 ± 0.00 ^a	ND	ND	4.96 ± 0.00 ^a	4.14	1.01 ± 0.06
C8:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02 ± 0.00
C10:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02 ± 0.00
C11:0	ND	ND	ND	1.41 ± 0.00 ^a	ND	ND	1.12 ± 0.00 ^a	0.23 ± 0.00
C12:0	ND	2.30 ± 0.00 ^{ab}	1.98 ± 0.00 ^{ab}	1.03 ± 0.00 ^a	ND	3.08 ± 0.00 ^b	1.31 ± 0.01 ^{ab}	0.16 ± 0.01
C13:0	ND	3.30 ± 0.00 ^{ab}	3.51 ± 0.00 ^{ab}	1.90 ± 0.00 ^a	3.74 ± 0.00 ^{ab}	3.94 ± 0.00 ^b	ND	0.12 ± 0.01
C14:0	7.11 ± 0.17 ^{ab}	9.40 ± 3.45 ^{ab}	12.85 ± 3.53 ^{ab}	14.37 ± 0.96 ^{ab}	10.52 ± 3.50 ^{ab}	5.75 ± 2.60 ^a	16.65 ± 0.96 ^b	0.48 ± 0.02
C14:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C15:0	13.54 ± 9.70 ^{ab}	2.66 ± 0.08 ^a	13.32 ± 2.95 ^{ab}	9.53 ± 1.26 ^{ab}	17.27 ± 1.92 ^b	4.14 ± 0.00 ^{ab}	7.96 ± 0.13 ^{ab}	0.10 ± 0.03
C15:1	4.40 ± 0.00 ^{ab}	3.04 ± 0.00 ^{ab}	ND	1.89 ± 0.00 ^a	5.03 ± 0.00 ^b	3.26 ± 0.54 ^{ab}	ND	ND
C16:0	233.75 ± 3.29 ^a	252.07 ± 7.03 ^{ab}	587.57 ± 11.66 ^b	306.55 ± 15.90 ^{ab}	404.75 ± 14.60 ^{ab}	244.95 ± 16.12 ^{ab}	514.40 ± 5.81 ^{ab}	25.97 ± 0.2
C16:1	22.95 ± 1.06 ^{ab}	25.00 ± 3.77 ^{ab}	39.19 ± 6.16 ^a	24.93 ± 0.05 ^{ab}	37.14 ± 3.51 ^{ab}	17.36 ± 0.53 ^b	29.92 ± 0.99 ^b	0.76 ± 0.00
C17:0	22.44 ± 1.57 ^a	23.67 ± 1.97 ^{ab}	52.90 ± 5.04 ^b	25.35 ± 1.62 ^{ab}	43.99 ± 7.86 ^{ab}	30.44 ± 6.07 ^{ab}	31.69 ± 0.03 ^{ab}	0.15 ± 0.01
C17:1	3.73 ± 0.20 ^a	6.55 ± 0.00 ^{ab}	13.82 ± 2.65 ^b	5.83 ± 0.38 ^{ab}	12.81 ± 1.49 ^{ab}	6.41 ± 1.47 ^{ab}	10.52 ± 0.65 ^{ab}	0.18 ± 0.07
C18:0	211.79 ± 10.01 ^{ab}	184.93 ± 3.64 ^a	492.36 ± 10.77 ^b	197.72 ± 1.85 ^a	323.04 ± 47.20 ^{ab}	257.64 ± 19.95 ^{ab}	375.80 ± 15.57 ^{ab}	12.1 ± 0.23
C18:1n-9t	4.48 ± 0.00 ^{ab}	3.43 ± 0.35 ^{ab}	7.33 ± 0.00 ^{ab}	1.90 ± 0.39 ^a	7.43 ± 0.00 ^{ab}	2.59 ± 0.79 ^a	9.48 ± 0.57 ^b	ND
C18:1n-9c	176.09 ± 8.52 ^{ab}	157.82 ± 20.35 ^{ab}	364.69 ± 3.96 ^{ab}	147.94 ± 3.89 ^a	260.77 ± 42.55 ^{ab}	165.17 ± 6.03 ^{ab}	3657.1 ± 165.1 ^b	419.29 ± 6.9
C18:2n-6 t	2.79 ± 0.00 ^{ab}	ND	3.90 ± 0.00 ^{ab}	0.86 ± 0.00 ^a	6.85 ± 2.39 ^b	1.24 ± 0.00 ^{ab}	1.89 ± 0.00 ^{ab}	0.84 ± 0.09
C18:2n-6c	22.00 ± 0.04 ^{ab}	31.15 ± 13.28 ^{ab}	51.13 ± 5.75 ^{ab}	18.80 ± 0.17 ^a	36.01 ± 10.60 ^{ab}	24.54 ± 3.65 ^{ab}	695.80 ± 30.19 ^b	80.58 ± 1.2
C18:3n-6	4.82 ± 0.97 ^{ab}	3.08 ± 0.63 ^a	18.86 ± 11.98 ^b	5.30 ± 0.44 ^{ab}	6.18 ± 0.49 ^{ab}	11.20 ± 3.40 ^{ab}	13.64 ± 1.96 ^{ab}	0.16 ± 0.03
C18:3n-3	7.67 ± 0.16 ^a	8.08 ± 5.45 ^a	7.85 ± 0.76 ^a	5.62 ± 0.25 ^a	23.03 ± 4.12 ^a	7.33 ± 0.89 ^a	7.59 ± 0.96 ^a	0.22 ± 0.03
C20:0	2.59 ± 0.81 ^{ab}	3.50 ± 1.16 ^{ab}	12.44 ± 0.99 ^{ab}	2.46 ± 0.03 ^a	6.70 ± 0.00 ^{ab}	3.72 ± 1.40 ^{ab}	25.65 ± 0.13 ^b	2.27 ± 0.06
C20:1	10.17 ± 0.13 ^{ab}	5.70 ± 3.09 ^a	28.20 ± 1.37 ^b	10.87 ± 1.55 ^{ab}	14.95 ± 1.23 ^{ab}	10.07 ± 2.26 ^{ab}	26.30 ± 0.54 ^{ab}	1.33 ± 0.10
C20:2	11.99 ± 0.00 ^{ab}	4.98 ± 1.71 ^{ab}	14.81 ± 3.09 ^a	10.44 ± 0.00 ^{ab}	3.92 ± 0.00 ^b	5.72 ± 0.00 ^{ab}	8.49 ± 0.18 ^{ab}	0.01 ± 0.00
C20:3n-3	1.82 ± 0.00 ^a	ND	ND	1.45 ± 0.00 ^{ab}	ND	1.32 ± 0.00 ^b	1.57 ± 0.00 ^{ab}	0.03 ± 0.00
C20:3n-6	2.44 ± 0.00 ^{ab}	ND	2.91 ± 0.00 ^{ab}	1.88 ± 0.65 ^{ab}	6.51 ± 0.00 ^a	1.78 ± 0.13 ^b	1.91 ± 0.24 ^{ab}	0.01 ± 0.00
C20:4n-6	96.64 ± 6.49 ^a	100.14 ± 6.14 ^a	300.21 ± 9.67 ^b	132.82 ± 5.43 ^{ab}	187.78 ± 19.61 ^{ab}	108.11 ± 4.87 ^{ab}	130.16 ± 4.60 ^{ab}	ND
C20:5n-3	85.78 ± 7.56 ^{ab}	83.56 ± 9.49 ^a	232.68 ± 1.30 ^b	107.47 ± 3.11 ^{ab}	155.88 ± 7.08 ^{ab}	81.44 ± 4.62 ^a	118.38 ± 4.06 ^{ab}	2.38 ± 0.05
C21:0	ND	3.20 ± 0.00 ^{ab}	5.71 ± 0.00 ^a	1.18 ± 0.00 ^b	3.74 ± 0.00 ^{ab}	3.17 ± 0.00 ^{ab}	4.95 ± 0.20 ^{ab}	0.05 ± 0.03
C22:0	ND	ND	1.93 ± 0.00 ^{ab}	ND	5.80 ± 0.00 ^a	1.47 ± 0.00 ^b	ND	0.06 ± 0.04
C22:1n-9	3.14 ± 0.00 ^{ab}	2.32 ± 0.00 ^{ab}	2.50 ± 0.00 ^b	ND	3.92 ± 0.00 ^a	2.05 ± 0.00 ^{ab}	0.81 ± 0.00 ^b	0.07 ± 0.03
C22:2	ND	ND	2.65 ± 0.00 ^{ab}	0.87 ± 0.00 ^a	5.38 ± 0.00 ^b	1.80 ± 0.00 ^{ab}	ND	0.15 ± 0.07
C22:6n-3	561.17 ± 32.47 ^a	534.22 ± 3.69 ^a	1752.83 ± 61.7 ^b	772.10 ± 21.67 ^{ab}	1036.08 ± 53.8 ^{ab}	623.51 ± 40.19 ^{ab}	778.82 ± 25.07 ^{ab}	0.41 ± 0.17
C23:0	4.46 ± 0.00 ^{ab}	ND	3.11 ± 0.00 ^{ab}	1.03 ± 0.00 ^a	6.40 ± 0.00 ^b	1.47 ± 0.00 ^{ab}	1.13 ± 0.00 ^{ab}	0.45 ± 0.00
C24:0	ND	25.44 ± 0.00 ^a	1.69 ± 0.00 ^{ab}	0.73 ± 0.00 ^b	4.15 ± 0.91 ^{ab}	1.83 ± 0.51 ^{ab}	6.55 ± 0.15 ^{ab}	0.88 ± 0.09
C24:1	ND	ND	2.52 ± 0.00 ^{ab}	ND	3.13 ± 0.00 ^a	1.71 ± 0.49 ^{ab}	0.74 ± 0.00 ^b	ND

Tabla I (cont.)
Perfil de ácidos grasos (mg/100g), lípidos totales (g/100g) e índices de calidad nutrimental en filetes de marlin sometidos a seis técnicas de cocción

	Crudo	Al vapor	Empapelado con aluminio	Empapelado con hoja de plátano	Horno de gas	Horno de microondas	Sofrito	Aceite Oléico®
AGS	493.46 ^a	493.34 ^a	493.34 ^a	559.62 ^{ab}	816.93 ^{ab}	557.51 ^{ab}	988.94 ^{ab}	-
AGM	218.94 ^{ab}	197.91 ^{ab}	452.07 ^{ab}	192.40 ^a	335.43 ^{ab}	207.58 ^{ab}	3734.09 ^b	-
AGP	787.59 ^a	765.22 ^a	2383.10 ^b	1056.02 ^{ab}	1459.71 ^{ab}	862.94 ^{ab}	1756.52 ^{ab}	-
AGP n-3	655.83 ^a	625.86 ^a	1994.81 ^b	885.91 ^{ab}	1214.99 ^{ab}	712.94 ^{ab}	905.58 ^{ab}	-
AGP n-6	102.68 ^a	103.22 ^a	320.53 ^b	139.99 ^{ab}	197.22 ^{ab}	121.08 ^{ab}	145.71 ^{ab}	-
EPA+DHA	646.95 ^a	617.78 ^a	1985.51 ^b	879.57 ^{ab}	1191.95 ^{ab}	704.95 ^{ab}	897.20 ^{ab}	-
Lípidos tot.	2.60 ^{ab}	2.37 ^{ab}	2.53 ^{ab}	2.63 ^{ab}	2.42 ^{ab}	1.96 ^a	4.68 ^b	-
IP	546.65	-	-	-	-	-	-	-
IA	0.26 ± 0.01 ^{ab}	0.30 ± 0.00 ^a	0.23 ± 0.01 ^{ab}	0.29 ± 0.01 ^{ab}	0.25 ± 0.00 ^{ab}	0.25 ± 0.03 ^{ab}	0.11 ± 0.00 ^b	-
IT	0.21 ± 0.01 ^{ab}	0.22 ± 0.00 ^{ab}	0.17 ± 0.00 ^a	0.18 ± 0.00 ^{ab}	0.19 ± 0.00 ^{ab}	0.22 ± 0.02 ^b	0.18 ± 0.00 ^{ab}	-
HH	3.94 ± 0.17 ^{ab}	3.50 ± 0.00 ^a	4.51 ± 0.23 ^{ab}	3.69 ± 0.14 ^{ab}	4.09 ± 0.10 ^{ab}	4.03 ± 0.42 ^{ab}	10.15 ± 0.21 ^b	-
n-3/n-6	5.10	4.65	5.28	5.55	4.99	4.85	1.07	-

Se presenta la media de tres repeticiones. a,b por columna, literales distintas indican diferencia significativa (p<0.05).

ND= no detectado AGS: Ácidos grasos saturados AGM: Ácidos grasos monoinsaturados.

AGP: Ácidos grasos poliinsaturados EPA: Ácidos eicosapentaenoico DHA: Ácido docosahexaenoico.

IA = Índice de aterogenicidad IT = Índice de trombogenicidad IP = Índice de susceptibilidad a la peroxidación.

HH= Relación hipocolesterolemica/hipercolesterolemica de los ácidos grasos.

Ácidos grasos poliinsaturados (AGP). En ambas especies (Tablas I y II), la técnica VA disminuyó la concentración de estos ácidos; y en el caso de marlin el resto de las técnicas la incrementó. Para merluza, las muestras que fueron cocinadas en HG, HM y SF presentaron un aumento en la concentración de AGP. En marlin la mayor concentración se observó con EA mientras que en merluza fue el SF. Para marlin se encontraron diferencias significativas (p<0.05) de AGP entre CR y VA con el EA; mientras que para merluza las diferencias se encontraron al comparar VA y EP con SF (Tabla I). Para ambas especies, el AGP más abundante en todas las muestras fue el C22:6n-3 (DHA), en marlin se encontró la mayor concentración en EA, mientras que para merluza fue en SF.

Ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6. Para marlin todas las técnicas excepto VA aumentaron la concentración AGP n-3, siendo EA la técnica con mayor concentración. En merluza, las técnicas HG, HM y SF aumentaron la concentración de AGP n-3. En marlin, se encontraron diferencias significativas (p<0.05) en el contenido de AGP n-3 entre el CR y VA con EA. En merluza se encontraron diferencias significativas (p<0.05), entre VA y EP con SF. En marlin, los AGP n-6 de todas las técnicas aumentaron su concentración excepto VA; la mayor concentración se obtuvo en EA que presentó diferencias significativas en comparación con CR y VA. En merluza disminuyeron en todas las técnicas de cocción, excepto en SF; en EA se presen-

tó la menor concentración de estos ácidos grasos y se detectó diferencia significativa (p<0.05), de ésta con el CR y SF.

Ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA). El comportamiento de estos AG fue muy diferente en ambas especies: mientras que VA disminuyó en merluza más del 50% la concentración de EPA+DHA, en marlin no se detectaron diferencias significativas y el resto de las técnicas de cocción aumentó la concentración, siendo EA la técnica con mayor cantidad y la cual presentó diferencias significativas en comparación con CR y VA. En merluza, no se detectaron diferencias significativas entre las demás técnicas de cocción, excepto para SF, que fue la técnica en la que se concentraron estos ácidos grasos en más de 40%.

Discusión

Las técnicas de cocción provocan reacciones químicas y físicas en los alimentos que propician cambios en la composición nutrimental de los mismos²³. En caso del contenido de AG, éstos son susceptibles a oxidarse cuando se someten a temperaturas elevadas, lo que ocasiona que las técnicas de cocción afecten el perfil de AG de los alimentos cocidos en comparación con los crudos²². Los AGP son más susceptibles a la oxidación que sus análogos saturados, aunque se han

Tabla II
Perfil de ácidos grasos (mg/100g), lípidos totales (g/100g) e índices de calidad nutricional en filetes de Merluza sometidos a seis técnicas de cocción

	<i>Crudo</i>	<i>Al vapor</i>	<i>Empapelado con aluminio</i>	<i>Empapelado con hoja de plátano</i>	<i>Horno de gas</i>	<i>Horno de microondas</i>	<i>Sofrito</i>
C6:0	0.39 ± 0.03 ^a	0.22 ± 0.01 ^b	ND	ND	0.09 ± 0.02 ^c	0.15 ± 0.00 ^d	ND
C8:0	ND	0.03 ± 0.00 ^a	ND	ND	ND	0.05 ± 0.00 ^a	ND
C10:0	ND	0.03 ± 0.00 ^a	ND	ND	ND	ND	ND
C11:0	ND	ND	ND	ND	0.02 ± 0.00 ^a	ND	ND
C12:0	0.11 ± 0.09 ^a	0.10 ± 0.01 ^a	ND	ND	0.02 ± 0.01 ^a	0.04 ± 0.01 ^a	0.12 ± 0.00 ^a
C13:0	0.18 ± 0.00 ^a	0.09 ± 0.00 ^a	ND	ND	0.01 ± 0.00 ^a	ND	ND
C14:0	0.81 ± 0.23 ^a	0.78 ± 0.58 ^a	1.31 ± 0.05 ^{ab}	0.92 ± 0.67 ^a	1.00 ± 0.01 ^a	0.58 ± 0.21 ^a	2.38 ± 0.58 ^b
C14:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C15:0	0.28 ± 0.17 ^{ab}	0.22 ± 0.12 ^a	0.28 ± 0.11 ^{ab}	0.28 ± 0.11 ^{ab}	0.26 ± 0.12 ^{ab}	0.23 ± 0.01 ^{ab}	0.59 ± 0.14 ^b
C15:1	0.16 ± 0.00 ^a	0.07 ± 0.05 ^{ab}	0.04 ± 0.00 ^{ab}	0.04 ± 0.00 ^{ab}	0.01 ± 0.00 ^b	ND	ND
C16:0	29.27 ± 1.23 ^a	22.54 ± 7.85 ^a	31.05 ± 5.24 ^a	25.50 ± 10.96 ^a	26.58 ± 0.16 ^a	20.71 ± 3.71 ^a	40.41 ± 2.16 ^a
C16:1	2.81 ± 0.21 ^{ab}	1.73 ± 0.23 ^a	2.98 ± 0.49 ^{ab}	2.50 ± 0.96 ^{ab}	3.33 ± 0.00 ^{ab}	2.69 ± 0.38 ^{ab}	7.63 ± 1.47 ^b
C17:0	0.41 ± 0.25 ^{ab}	0.37 ± 0.00 ^a	0.73 ± 0.15 ^{ab}	0.58 ± 0.30 ^{ab}	0.60 ± 0.05 ^{ab}	0.48 ± 0.05 ^{ab}	1.02 ± 0.14 ^b
C17:1	0.17 ± 0.07 ^a	0.46 ± 0.53 ^a	0.17 ± 0.04 ^a	0.17 ± 0.05 ^a	0.40 ± 0.09 ^a	0.23 ± 0.03 ^a	0.60 ± 0.08 ^a
C18:0	10.08 ± 0.37 ^{ab}	6.15 ± 0.14 ^a	9.47 ± 3.01 ^{ab}	10.67 ± 3.02 ^{ab}	8.92 ± 0.05 ^{ab}	8.57 ± 0.82 ^{ab}	15.35 ± 0.30 ^b
C18:1n-9 t	0.26 ± 0.13 ^{ab}	0.13 ± 0.02 ^b	1.11 ± 0.39 ^{ab}	2.06 ± 0.16 ^a	0.09 ± 0.03 ^b	0.16 ± 0.00 ^{ab}	0.27 ± 0.06 ^{ab}
C18:1n-9 c	16.06 ± 1.07 ^{ab}	11.38 ± 4.42 ^a	34.44 ± 4.29 ^{ab}	20.78 ± 9.16 ^{ab}	17.00 ± 0.02 ^{ab}	18.78 ± 1.56 ^{ab}	122.47 ± 23.02 ^b
C18:2n-6 t	0.02 ± 0.00 ^a	0.18 ± 0.11 ^a	ND	ND	0.05 ± 0.11 ^a	0.04 ± 0.00 ^a	0.13 ± 0.00 ^a
C18:2n-6c	1.29 ± 0.14 ^{ab}	0.80 ± 0.00 ^a	1.15 ± 0.00 ^{ab}	1.06 ± 0.18 ^a	1.67 ± 0.05 ^{ab}	1.52 ± 0.22 ^{ab}	16.44 ± 0.65 ^b
C18:3n-6	0.07 ± 0.04 ^{ab}	0.04 ± 0.02 ^a	ND	ND	0.31 ± 0.84 ^b	ND	0.15 ± 0.01 ^{ab}
C18:3n-3	0.37 ± 0.11 ^{ab}	0.19 ± 0.05 ^a	0.75 ± 0.00 ^{ab}	0.75 ± 0.00 ^{ab}	0.54 ± 0.00 ^{ab}	0.53 ± 0.06 ^{ab}	1.18 ± 0.24 ^b
C20:0	0.32 ± 0.22 ^{ab}	0.17 ± 0.01 ^{ab}	0.85 ± 0.00 ^{ab}	0.85 ± 0.00 ^{ab}	0.19 ± 0.01 ^{ab}	0.15 ± 0.01 ^a	1.06 ± 0.03 ^b
C20:1	1.23 ± 0.03 ^b	0.22 ± 0.09 ^a	1.55 ± 0.16 ^{ab}	1.64 ± 0.04 ^{ab}	1.57 ± 0.01 ^{ab}	1.43 ± 0.48 ^{ab}	4.71 ± 0.54 ^b
C20:2	ND	0.18 ± 0.00 ^{ab}	0.21 ± 0.00 ^{ab}	0.21 ± 0.00 ^{ab}	0.17 ± 0.01 ^{ab}	0.18 ± 0.02 ^a	0.49 ± 0.15 ^b
C20:3n-3	0.06 ± 0.00 ^{ab}	0.29 ± 0.15 ^{ab}	0.01 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a	0.79 ± 0.00 ^b	ND	0.19 ± 0.01 ^{ab}
C20:3n-6	0.30 ± 0.00 ^{ab}	0.22 ± 0.01 ^{ab}	0.02 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.00 ^a	0.35 ± 0.01 ^{ab}	0.26 ± 0.02 ^{ab}	0.75 ± 0.11 ^b
C20:4n-6	9.23 ± 0.45 ^a	6.90 ± 1.96 ^b	6.46 ± 1.25 ^b	6.25 ± 1.34 ^b	7.24 ± 0.02 ^{ab}	7.46 ± 1.38 ^{ab}	9.26 ± 0.30 ^{ab}
C20:5n-3	16.76 ± 1.01 ^{ac}	11.02 ± 1.06 ^b	11.07 ± 0.08 ^{ab}	11.07 ± 2.64 ^b	14.14 ± 0.02 ^{ab}	15.21 ± 2.90 ^a	21.93 ± 0.82 ^{abc}
C21:0	ND	0.20 ± 0.19 ^a	0.16 ± 0.07 ^a	0.16 ± 0.07 ^a	0.09 ± 0.03 ^a	ND	0.14 ± 0.03 ^a
C22:0	ND	0.17 ± 0.06 ^{ab}	0.08 ± 0.00 ^{ab}	0.07 ± 0.00 ^a	0.47 ± 0.02 ^b	ND	ND
C22:1n-9	0.86 ± 0.27 ^{ab}	0.11 ± 0.00 ^a	ND	ND	0.94 ± 0.02 ^{ab}	0.85 ± 0.12 ^{ab}	3.40 ± 0.44 ^b
C22:2	ND	0.18 ± 0.00 ^a	0.27 ± 0.00 ^a	0.27 ± 0.00 ^a	ND	ND	ND
C22:6n-3	54.25 ± 2.80 ^{ab}	31.90 ± 2.02 ^a	55.72 ± 0.35 ^{ab}	45.71 ± 11.80 ^{ab}	58.67 ± 0.08 ^{ab}	59.21 ± 13.17 ^{ab}	88.01 ± 3.74 ^b
C23:0	0.37 ± 0.13 ^a	0.28 ± 0.00 ^a	ND	ND	6.01 ± 0.00 ^a	ND	ND
C24:0	1.84 ± 0.68 ^{ab}	0.22 ± 0.04 ^{ab}	ND	ND	0.17 ± 0.01 ^b	0.18 ± 0.00 ^{ab}	0.71 ± 0.03 ^{ab}
C24:1	ND	0.26 ± 0.00 ^a	ND	ND	ND	ND	ND

Tabla II (cont.)
Perfil de ácidos grasos (mg/100g), lípidos totales (g/100g) e índices de calidad nutrimental en filetes de Merluza sometidos a seis técnicas de cocción

	<i>Crudo</i>	<i>Al vapor</i>	<i>Empapelado con aluminio</i>	<i>Empapelado con hoja de plátano</i>	<i>Horno de gas</i>	<i>Horno de microondas</i>	<i>Sofrito</i>
AGS	45.79 ^{ab}	28.79 ^a	43.47 ^{ab}	40.94 ^{ab}	38.28 ^{ab}	32.18 ^a	54.04 ^b
AGM	21.29 ^{ac}	14.02 ^a	40.24 ^{bc}	25.87 ^{abc}	23.26 ^{abc}	23.65 ^{abc}	139.00 ^b
AGP	82.14 ^{ab}	37.81 ^b	77.33 ^{ab}	68.94 ^b	83.07 ^{ab}	84.28 ^{ab}	135.39 ^a
AGP n-3	71.39 ^{ab}	37.43 ^b	70.36 ^{ab}	61.78 ^b	73.33 ^{ab}	74.94 ^{ab}	115.71 ^a
AGP n-6	9.38 ^a	6.58 ^{ab}	5.21 ^b	5.97 ^{ab}	7.81 ^{ab}	7.63 ^{ab}	9.24 ^a
EPA+DHA	71.01 ^{ab}	30.45 ^a	69.88 ^{ab}	61.53 ^{ab}	72.79 ^{ab}	74.41 ^{ab}	114.41 ^b
Lípidos tot.	1.93 ^a	1.85 ^a	2.43 ^{ab}	2.16 ^{ab}	2.08 ^{ab}	2.03 ^{ab}	3.39 ^b
IP	57.48	-	-	-	-	-	-
IA	0.32 ± 0.00 ^{ab}	0.39 ± 0.08 ^a	0.32 ± 0.06 ^{ab}	0.32 ± 0.12 ^{ab}	0.29 ± 0.00 ^{ab}	0.22 ± 0.00 ^b	0.18 ± 0.02 ^b
IT	0.17 ± 0.00 ^{ab}	0.20 ± 0.04 ^a	0.18 ± 0.00 ^{ab}	0.19 ± 0.08 ^{ab}	0.15 ± 0.00 ^b	0.12 ± 0.01 ^{ab}	0.14 ± 0.01 ^{ab}
HH	3.26 ± 0.04 ^{ab}	2.67 ± 0.44 ^a	3.39 ± 0.75 ^{ab}	3.24 ± 1.87 ^{ab}	3.60 ± 0.02 ^{ab}	4.82 ± 0.24 ^{ab}	6.06 ± 0.98 ^b
n-3/n-6	6.54	5.33	8.85	7.84	7.71	8.08	4.16

Se presenta la media de tres repeticiones. a,b por columna, literales distintas indican diferencia significativa p<0.05).

ND= no detectado AGS: Ácidos grasos saturados AGM: Ácidos grasos monoinsaturados.

AGP: Ácidos grasos poliinsaturados EPA: Ácidos eicosapentaenoico DHA: Ácido docosahexaenoico.

IA = Índice de aterogenicidad IT = Índice de trombogenicidad IP = Índice de susceptibilidad a la peroxidación.

HH= Relación hipocolesterolémica/hipercolesterolémica de los ácidos grasos.

reportado casos en los que el contenido de EPA+DHA de los pescados se mantiene estable después de ciertas técnicas de cocción^{1,22}.

Con los resultados obtenidos de las muestras en crudo se calculó el índice de susceptibilidad a la peroxidación (IP) (PI por sus siglas en inglés “peroxidisability index”), que representa la relación entre la composición de los ácidos grasos de un tejido y su susceptibilidad para oxidarse cuando se someten a calor, a mayor índice mayor sensibilidad de los AG para oxidarse³¹. El IP de marlin fue de 546.65 (Tabla I) y de merluza 57.48 (Tabla II). Otros autores calcularon un IP de: 170.8 para kutum roach (*Rutilus frissi kutum*)²², 74.55 para bagre plateado (*Rhamdia quelen*)¹¹ y 133.94 para trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)³², por lo que se esperaba que el marlin fuese el más sensible a oxidación durante los procesos de cocción, sin embargo, esto no ocurrió ya que la mayoría de sus ácidos grasos no sólo no disminuyeron sino que por el contrario, aumentaron en casi todas las técnicas (Tabla I), y no se encontraron efectos significativos en aquellas técnicas en las que numéricamente los ácidos grasos fueron menores al crudo (al vapor para AGM, AGP, EPA+DHA; empapelado hoja de plátano para AGM y horno de microondas). Es probable que esto se haya debido a la presencia de escualeno, el cual es un antioxidante natural que se encuentra en la grasa de los pescados y que tiene una actividad protectora relativa para los ácidos grasos contra la oxidación.³²

Como se muestra en numerosos estudios, las enfermedades coronarias están muy influenciadas por los lípidos de la dieta.^{33,34} Una manera de medir el potencial aterogénico y trombogénico de los ácidos grasos de un alimento sobre la incidencia de este tipo de enfermedades es a través de los índices de aterogenicidad (IA)³⁴ y de trombogenicidad (IT)³⁴ propuestos por Ulbricht y Southgate 1991³⁴. En el presente estudio se encontró un comportamiento similar en las dos especies para el IA en las diferentes técnicas de cocción, siendo SF la técnica con el menor índice, mientras que VA tuvo el IA más elevado (Tablas I y II) (0.11, 0.18 y 0.30, 0.39, en marlin y merluza, respectivamente). Los IA del marlin fueron muy bajos, mientras que los de merluza se encuentran en el límite inferior del intervalo reportado por otros autores^{22, 35}, para diferentes especies de pescado sometidos a diferentes técnicas de cocción (0.33 a 2.37), siendo también el pescado frito el de menor IA: (0.58 en kutum roach y 0.33 en bagre africano)^{22,35}. La reducción del IA en el sofrito se explica por la absorción por parte del filete, de ácido oleico presente en el aceite con el que se realizó esta técnica. Un comportamiento similar se observó para el IT en marlin y merluza (Tablas I y II), sin embargo, se detectaron diferencias significativas con valores más bajos para EA en marlin y HG en merluza, Unusan2007 reporta un incremento significativo de ácido oleico al cocinar trucha arcoíris en horno de gas y microondas, encontrando solamente pérdidas de AGS con este tipo de cocción³².

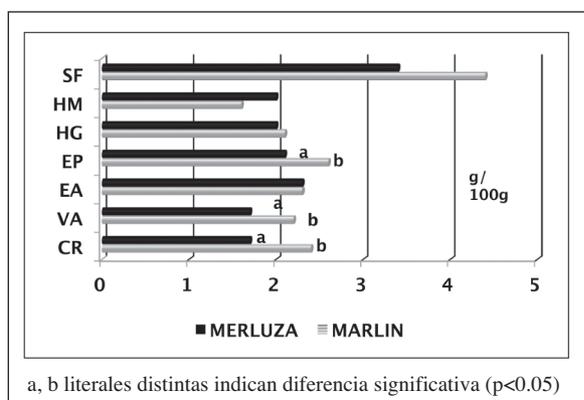


Fig. 1.—Comparación de lípidos totales entre marlin y merluza sometidos a seis técnicas de cocción.

Rosa y cols.2007, encontraron en el bagre africano una concentración del ácido oleico (C18:1n-9) en todas las técnicas de cocción con un IA estadísticamente menor en pescado frito, mientras que el IT permaneció igual en todas las preparaciones³⁵.

Los índices que se basan en los efectos funcionales de los diferentes ácidos grasos permiten realizar una mejor evaluación nutricional de los lípidos en los alimentos. HH o relación hipocolesterolemica/hipercolesterolemica de los ácidos grasos considera los efectos específicos de los ácidos grasos sobre el metabolismo del colesterol y valores elevados de esta relación son deseables³⁶. En el presente trabajo se encontraron valores de HH desde 3.50 y 2.67 en VA hasta 10.15 y 6.06 en SF, en marlin y merluza, respectivamente; los valores de CR fueron 3.94 y 3.26. Estos valores fueron muy elevados comparados con lo informado por Mendes y cols2010 para diferentes especies de pescados crudos: 1.14 en Barbado hasta 1.80 en Jurupensén³⁶ y también por lo reportado por Testi y cols 2006 para diferentes pescados cultivados en crudo 2.03 y 2.18 en *Dicentrarchus labrax*, 2.07 y 2.20 en *Sparus aurata* y 2.46 y 2.40 en *Oncorhynchus mykiss*, valores para región dorsal y ventral³¹. Los valores HH encontrados en el presente trabajo, tanto para la muestra en crudo como para las cocinadas en ambas especies indican un posible beneficio de su consumo sobre el metabolismo del colesterol³⁶.

La relación existente entre los ácidos grasos n-3 y n-6 es uno de los índices más usados para evaluar la calidad nutricional de la fracción lipídica presente en los alimentos³¹ y elevados valores de éste índice son deseables. En el presente estudio se encontró para marlin un incremento de n-3/n-6 con EA (5.28) y EP(5.55), mientras que SF disminuyó mucho esta relación (1.07), lo cual se explica por la absorción de AGM y AGS del aceite al momento del sofrito; las demás técnicas mantuvieron valores semejantes al crudo. En merluza el comportamiento fue igual para SF, bajó sólo en VA y subió en todas las demás técnicas (Tabla II). Los resultados de ambas especies fueron mayores

a lo encontrado por otros autores para pescados cocinados de diferentes maneras cuyos valores van de 0.43 en frito hasta 3.61 en hervido²².

Al vapor

Algunos autores han demostrado que la técnica al vapor para cocer pescado presenta un mayor contenido que humedad en comparación con otras técnicas de cocción²¹, lo que puede explicar que en el presente trabajo ambas especies hayan presentado menor concentración de todos los nutrientes, a excepción de los AGP n-6 de marlin. Esto puede deberse a cambios ocurridos por efecto del calor en los componentes lipídicos. Al comparar ambas especies sometidas a esta técnica de cocción, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el contenido de LT, AGP, AGP n-3 y EPA+DHA, a pesar de que en el resto de los nutrientes se perciben diferencias numéricas importantes (Figuras 1, 2 y 3).

Empapelado con papel aluminio y con hoja de plátano

No se encontraron estudios sobre el efecto del empapelado en aluminio y en hoja de plátano en otras especies de pescado a pesar de que son técnicas muy utilizadas en México. La hoja de plátano es usada en técnicas de cocción para pescado en países como Indonesia y Hawaii. Comparando los resultados de ambas técnicas en cada una de las especies no se observa diferencia significativa ($p > 0.05$), sin embargo en marlin se observa una elevada concentración numérica de todos los ácidos grasos por grupo (Tabla I), mientras que en merluza los valores se mantuvieron similares (Tabla II).

Al comparar entre especies sometidas a estas dos técnicas de cocción se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en LT de EP todos los ácidos grasos por grupo (Figura 2) y en el contenido de EPA+DHA (Figura 3).

Horno de gas

En un estudio realizado en filetes de pescado bagre con contenido de LT en crudo similar al de las especies analizadas (2.5%) se encontró que la técnica de horno de gas aumentaba el contenido de LT de la especie¹¹, en el presente trabajo no se observó diferencia significativa $p > 0.05$ en ninguno de los pescados (Tabla I). Larsen y colaboradores⁴ encontraron que el horno de gas aumentaba ligeramente el contenido de EPA y DHA en salmón; lo mismo reportó Unusan³² en trucha arcoiris (de 0.44 a 0.66 para EPA y 10.88 a 10.93 para DHA, crudo y horno convencional, respectivamente), esto también sucedió en el marlin (Tabla I). Este mismo autor encontró diferencias significativas para los

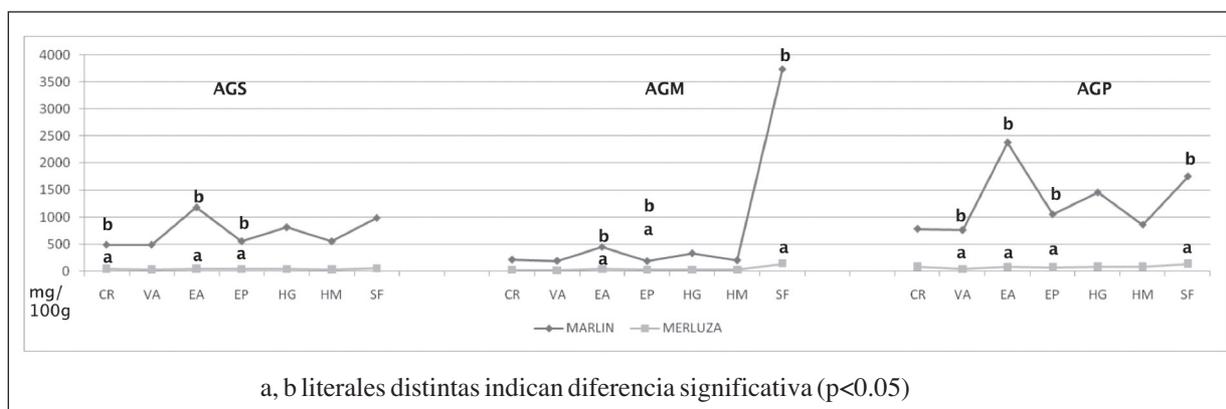


Fig. 2.—Comparación de AGS, AGM y AGP entre marlin y merluza sometidos a seis técnicas de cocción (mg/100g).

AGS y AGM, no así para el total de AGn-3, esto no se observó en ninguno de los pescados del presente trabajo. Al comparar el contenido nutrimental de marlin y merluza cocinadas en HG, no se encontraron diferencias significativas $p > 0.05$ (Figuras 1, 2 y 3).

Horno de microondas

Los hornos de microondas cambian la electricidad regular en microondas de alta frecuencia las cuales pueden ser absorbidas por el agua, las grasas y los hidratos de carbono causando vibración en las partículas del alimento dando como resultado un calentamiento³³. Es por esto que esta es una de las técnicas de cocción más rápidas y sencillas que se emplean actualmente para preparar alimentos^{23, 22}. Además, esta técnica se asocia a una mayor retención de nutrimentos, especialmente lípidos, ocasionada por la pérdida de agua y aumento de su concentración. Estudios en carpa demostraron que el microondas produjo una menor pérdida del contenido lipídico independientemente de los procesos de oxidación que pudieran ocurrir en los AG²³. En el presente estudio se encontró que en general, ambas especies se comportaron de manera diferente en HM. En marlin el contenido de AGP se concentró, a pesar de que estos ácidos son de los más susceptibles a reacciones de oxidación por calor²³. Wu y colaboradores²³ encontraron en carpa sometida a cocción en HM que el AGS más abundante era el palmítico (C16:0), lo cual coincide con la merluza del presente estudio, pero no con el marlin (C18:0), en ese mismo estudio se encontró que el AGM más abundante fue el oleico (C18:1) lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio. Finalmente el AGP n-3 más abundante encontrado por estos autores fue el ácido linoléico (C18:3 n-3), mientras que aquí se encontraron mayores cantidades de DHA. Las diferencias encontradas se relacionan con los factores bióticos de las especies, pues la carpa es de agua dulce y las del presente estudio son marinas²³. Unusan³² reportó para trucha arcoíris co-

cinada en microondas niveles más altos de DHA en comparación con el horno convencional, en el presente estudio no fue así en ninguno de los pescados ya que en marlin el horno de gas presentó valores de DHA de casi el doble en comparación con microondas, mientras que la merluza tuvo valores similares en ambas técnicas. Cuando se compararon los valores nutrimentales de ambas especies al someterse a la cocción en HM no se encontró ninguna diferencia significativa ($p > 0.05$), a pesar de las notables diferencias numéricas (Figuras 1, 2 y 3).

Sofrito

Durante el freído, la cantidad de lípidos del alimento se intercambia con el agua, pues mientras ésta se evapora por efecto del calor se forman poros que ocupan las moléculas de grasa del medio de cocción²². En ambas especies esta técnica fue la que generó un menor IA (Tablas I y II), lo que se relaciona con el perfil de AG de ambas especies y con el tipo de aceite utilizado para el método de cocción, el cual es rico en el ácido oleico (C18:1 n-9). Esto indica que un aumento en la cantidad de algunos ácidos grasos al sofreír un alimento con este tipo de aceite puede ser benéfico para la salud, siempre y cuando se utilicen cantidades adecuadas para ello.

Weber y colaboradores 2008, estudiaron el efecto de la técnica de freído con tres aceites distintos en filetes de bagre¹¹. Encontrando un aumento de LT con la cocción y cambio del perfil de AG en función de la composición del aceite utilizado. En el presente trabajo el contenido de LT aumentó con la técnica de sofrito y los cambios en el perfil de AG se debieron al intercambio y absorción que existió entre los AG de las especies y los del aceite^{11, 20}. Se encontraron diferencias significativas entre ambas especies en el contenido de AGM, AGP, AGP n-3 y EPA+DHA (Figuras 1, 2 y 3).

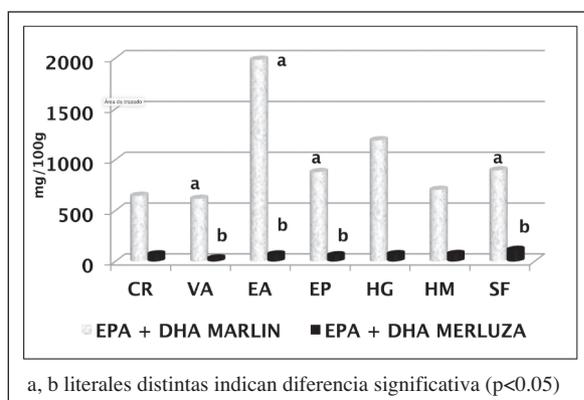


Fig. 3.—Contenido de EPA+DHA en marlin y merluza sometidos a diferentes técnicas de cocción.

Conclusiones

Por especie: por los valores de AGS y de los índices encontrados se sugiere que la merluza es un pescado con mayores beneficios para la salud, independientemente de la técnica que se aplique. Por su contenido de EPA+DHA el marlin parece ser una excelente opción si se cocina en papel aluminio. Por los índices encontrados: la técnica de sofrito en ambas especies disminuyó el IA e IT y aumentó significativamente la relación HH; sin embargo la relación n3/n6 disminuyó. Es importante considerar que estos resultados se obtuvieron al emplear un aceite rico en ácido oleico y que estos índices van a cambiar si se utiliza otro tipo de aceite. La técnica al vapor parece ser la menos conveniente para ambas especies. Con la información generada se puede promover un mayor consumo de pescado, con valores nutrimentales reales y no basados en datos en crudo como aparecen en las tablas de composición de alimentos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Sr. Jorge Toral de la Cámara Nacional de Comercio de la Ciudad de México por proveer las especies de pescado para el presente estudio, a la Sra. Socorro Sánchez el apoyo para el manejo de las muestras.

Referencias

- Gladyshev MI, Sushchik NN, Gubanenko GA, Demirchieva SM, Kalachova GS. Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four fish species. *Food Chem* 2007; 101:1694-1700.
- Yeannes MI, Almandos ME. Estimation of fish proximate composition starting from water content. *J Food Comp Anal* 2003; 16:81-92.
- Drazen JC. Depth related trends in proximate composition of demersal fishes on the eastern North Pacific. *Deep-Sea Res Oceanogr Abstr* 2007; 54:203 – 219.

- Larsen D, Quek SY, Eyres L. Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Food Chem* 2010; 119:785-90.
- Castro-González MI, Maafs-Rodríguez AG, Galindo-Gómez C. Perfil de ácidos grasos de diversas especies de pescado consumidos en México. *Rev Biol Trop* 2013; 61⁽⁴⁾:1981-1998.
- Castro-González MI, Maafs-Rodríguez AG, Galindo-Gómez C. La dieta del paciente renal. ¿Se puede incluir pescado? *Nutr Hosp* 2012; 27⁽⁵⁾: 1489-1495.
- Molina de Salazar, DI. Evidencia clínica de los ácidos grasos omega-3 procedentes de los peces en prevención primaria y secundaria. *Revista Colombiana de Cardiología* 2009; 16⁽¹⁾: 9-11.
- Turyk ME, BhVAsar SP, Bowerman W, Boysen E, Clark M, Diamond M, Mergler M, Pantazopoulos P, Schantz S, Carpenter DO. Risks and benefits of consumption of Great Lakes fish. *Environ Health Persp* 2012; 120⁽¹⁾: 11-18.
- Ozogul Y, Ozogul F, Cicek E, Polat A, Kuley E. Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *Intl J Food Sci Nutr* 2009; 60⁽⁶⁾: 464-475.
- Pirestani S, Ali Sahari M, Barzegar M, Seyfabadi SJ. Chemical compositions and minerals of some commercially important fish species from the South Caspian Sea. *Food Res Int* 2009; 16: 39-44.
- Weber J, Bochi VC, Ribeiro CP, Victório AM, Emanuelli T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) filets. *Food Chem* 2008; 106:140-146.
- Ferreira de Castro FA, Pinheiro Sant'Ana HM, Milgros Campos F, Brunoro Costa NM, Coelho Silva MT, Salaro AL, Castro Franceschini SC. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chem* 2007; 103:1080-1090.
- Tsugane S, Sawada N. The JPHC STUDY: Design and some findings on the typical Japanese diet. *Jpn J Clin Oncol* 2014; 44⁽⁹⁾: 777-782.
- Patel D, Thevenet-Morrison K, van Wijngaarden E. Omega-3 polyunsaturated fatty acid intake through fish consumption and prostate specific antigen level: Results from the 2003 to 2010 national health and examination survey. *Fatty acids* 2014; 91⁽⁶⁾: 155-160.
- He K, Xun P, Brasky TM, Gammon MD, Stevens J, White E. Types of fish consumed and fish preparation methods in relation to pancreatic cancer incidence. *Am J Epidemiol* 2013; 177⁽²⁾: 152-160.
- Kumar S, Aalbersberg B. Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking. *J Food Comp Anal* 2006; 19:311-320.
- Ersoy B, Ozeren A. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. *Food Chem* 2009; 115: 419-422.
- Candela M, Astiasarán I, Bello J. Effects of frying and warm-holding on fatty acids and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Gadus morrhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chem* 1997; 58⁽³⁾: 227-231.
- Turkkan AU, Cakli S, Kilinc B. Effects of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758). *Food Bioprod Process* 2008; 86:163-166.
- 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.
- Mnari Bhourri A, Jrah Harzallah H, Dhibi M, Bouhlei I, Hammami M, Chaouch A. nutritional fatty acid quality of raw and cooked farmed and wild sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chem* 2010; 58: 507-512.
- Hosseini H, Mahmoudzadeh M, Rezaei M, Mahmoudzadeh L, Khaksar R, Khosroshahi NK, Babakhani A. Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). *Food Chem* 2014; 148: 86-91.
- Wu T, Mao L. Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odor properties of grass carp

- (Ctenopharyngodon idellus) filets. *Food Chem* 2008; 110: 647-653.
24. Castro-González MI, Miranda-Becerra D. El pescado en la dieta del paciente renal: relación fósforo:ácidos grasos n-3. *Rev Invest Clin* 2010; 62: 44-53.
 25. 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: 410-6.
 26. Froese R, Pauly D. *FishBase*. 2011; Recuperado de www.fishbase.org.
 27. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos. *Cocinando para grupos: Guía de inocuidad alimentaria para voluntarios*. 2008; Recuperado de www.fsis.usda.gov
 28. 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.
 29. 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 Lat Nutr* 2012; 62⁽²⁾:127-136.
 30. Systat Software. SigmaPlot 11.0. [CD-ROM] San Jose, California, EUA. Programa computacional.
 31. Testi S, Bonaldo A, Gatta PP, Badiani A. Nutritional traits of dorsal and ventral filets from three farmed fish species. *Food Chem* 2006; 98:104-111.
 32. 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 and Tech* 2007; 42:1087-1093.
 33. Carrero JJ, Martin-Bautista E, Baró J, Fonollá J, Minenez J, Boza J, López-Huertas E. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nut Hosp* 2005; 20⁽¹⁾:63-69.
 34. Ulbrich TLV, Southgate DAT. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*. 338⁽¹⁹⁾:985-992.
 35. Rosa R, Bandarra NM, Nunes ML. Nutritional quality of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): a positive criterion for the future development of the European production of Siluroidei. *Int J Food Sci and Thech* 2007; 42:342-351.
 36. Ramos FMM, Lima RMI, Aiko HP, Talá SE. Nutritional value of seven freshwater fish species from the brazilian pantanal. *J Am Oil Chem Soc* 2010; 87:1461-1467.