ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION
Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Vol. 54 N° 3, 2004

Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutracéuticos

María Isabel Castro-González[1], Anayté Ojeda[1], José Luis Silencio[1], Lorena Cassis[1], Héctor Ledesma[2], Fernando Pérez-Gil[1]

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán[1]. México, D.F. México.
Escuela de Ciencias Químicas. Universidad La Salle[2]

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar y evaluar la composición lipídica de pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutracéuticos. Se analizó la porción comestible de 25 especies: humedad, proteína cruda (PC), lípidos totales (LT) y ácidos grasos (AG). En promedio, la PC fue de 18.40, la humedad 75.20 y los LT 3.60 g/100g parte comestible, respectivamente. En todas las muestras se identificaron los siguientes ácidos grasos n-3 por orden de abundancia (mg/100g parte comestible): C22:6n-3 (DHA) (229.60), C20:5 n-3 (EPA)(52.10), C18:3 n-3 (ALA)(11.80) y C20:3 n-3 (2.25). Por su distribución geográfica y distribución general no presentaron una diferencia relevante en sus distintas categorías. Por su clasificación biológica, los pescados óseos presentaron mayor contenido de n-3 que los cartilaginosos, 307.82 y 74.8 mg/100g parte comestible, respectivamente. Se detectó una relación proporcional entre el contenido de lípidos totales y la concentración de AG de n-3. De acuerdo a la ubicación ecótica se observó una mayor presencia de EPA y DHA (mg/100g parte comestible) en las especies pelágicas (114.40, 420.70, respectivamente), que en las bentopelágicas (31.2, 125.3) y demersales (40.30, 225.40, respectivamente). Las especies grasas presentaron mayor contenido de EPA y DHA (mg/100g parte comestible) (109.27 y 552.70) que las semigrasas (56.12 y 226.29) y las magras (15.95 y 96.52). Los pescados óseos, grasos y pelágicos presentaron un contenido mayor de EPA+DHA. De acuerdo a los valores recomendados internacionalmente (200 a 650 mg de EPA + DHA / día), el 44% de las especies analizadas se pueden considerar como alimentos funcionales, ya que las concentraciones de EPA + DHA se encontraron en un intervalo de 220 - 1300 mg/100g.
Palabras clave: Pescados marinos, ácidos grasos, omega 3, nutracéuticos, México.

SUMMARY. Lipidic pattern of 25 Mexican marine fishes with special emphasis in their n-3 fatty acids as nutraceuticals components. The aim of this study was to characterize and to evaluate the lipidic composition of mexican marine fishes with special emphasis in n-3 fatty acids as nutraceuticals. The edible portion of 25 species: humidity (H), crude protein (CP), total lipids (TL) and fatty acids (FA). The average content (g/100g edible portion) of H was 75.20, PC was 18.40, TL was 3.60. Four n-3 FA were identified in all the samples and they were found in the next abundance order (mg/100g edible portion): C22:6n-3 (DHA)(229.60), C20:5 n-3 (EPA)(52.10), C18:3 n-3 (ALA)(11.80) and C20:3 n-3 (2.25). By their origin and climate there were no difference. By their biologycal classification, n-3 FA content was higher in bony fishes than cartilaginous fishes. It was detected a proportional relation with the n-3 FA concentration and total lipid content. According to their ecotic distribution there were numerical differences in DHA content (mg/100g edible portion) between pelagics (420.70), benthopelagics (125.30) and demersals fishes (225.40). Fatty fishes had higher content of EPA and DHA (mg/100g edible portion) (109.27 and 552.72) than semifatty fishes (56.12 and 226.29) and leanness (15.95 and 96.52), respectively. Bony, fatty and pelagic fishes had a higher content of EPA+DHA. According with the international recommendation values (200 to 600 mg EPA+DHA/day) the 44% of the analyzed species could be considered as functional foods due to their high content of EPA + DHA in a range of 220 to 1300 mg/100g.
Key words: Marine fishes, n-3 fatty acids, nutraceuticals, Mexico.

INTRODUCCION

Las encuestas de alimentación y nutrición de los años 1995, 1997 y 2000 en la República Mexicana revelaron datos sumamente preocupantes sobre el bajo consumo de pescado por la población mexicana: 1.9 - 12.7 g/per cápita, en la zona metropolitana de la Ciudad de México donde el 71% de los estratos bajos refirió nunca consumirlo; y de 16.2 g/per cápita a nivel nacional, en éste sólo 18.7% de las familias los consumen de una a dos veces por semana (1-3); todo esto a pesar de ser un país con casi 10, 000 Km. de litorales con una gran diversidad y producción de recursos marinos (4). Debido a esto, y como un modo de apoyar el incremento del consumo de pescado, es necesario dar a conocer los beneficios que este tipo de alimento aporta para una buena salud, entre los cuales se encuentra el contenido lipídico, principalmente los ácidos

grasos n-3, además de la ya conocida calidad de su proteína.

Los ácidos grasos esenciales linoleico (n-6) y α-linolénico (n-3) se deben obtener a partir de la dieta ya que el organismo humano no los puede sintetizar; una proporción recomendada de éstos dos tipos de ácidos grasos es de 1:1 o 1:2, sin embargo, en la dieta occidental actual ésta llega a ser hasta de 12:1, debido al elevado consumo de aceites vegetales y bajo consumo de productos marinos (5,6). Estos últimos son ricos en ácidos grasos n-3, principalmente los ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) (7).

Según numerosas investigaciones, los ácidos grasos n-3 y sus metabolitos proporcionan múltiples efectos benéficos a la salud, tanto en el tratamiento como en la prevención de numerosas enfermedades, tales como: padecimientos de corazón por su efecto hipocolesterolémico e hipotensivo (8,9), en forma directa y como coadyuvante en tratamiento de artritis y cáncer por su efecto anti inflamatorio (10,11) , en la diabetes (12), en enfermedades renales ayudando a la normalización del metabolismo de lípidos (13); en desórdenes mentales, como la pérdida de memoria, pues son uno de los componentes principales de las células del cerebro (14); en el tratamiento de la depresión (15) y en el mejoramiento del desarrollo pre y post natal (16).

Actualmente no existe una definición universalmente aceptada sobre el concepto de "alimento funcional"; con base a las definiciones emitidas por diferentes autores se sugiere que: "Un alimento funcional es cualquier alimento que en forma natural o procesada contiene substancias seguras e inocuas ("componentes nutracéuticos") que promueven beneficios a la salud, la capacidad física y estado mental, además de cumplir con las necesidades nutricias de crecimiento y mantenimiento, y que deben estar incluidos en la dieta" (17-19).

Con base en lo anterior, algunas de las especies de pescados, pueden llegar a considerarse como alimentos funcionales, dependiendo su cantidad y tipo de componentes nutracéuticos, por lo que el objetivo de este trabajo fue analizar el perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos de amplio consumo y caracterizar y evaluar sus ácidos grasos n-3 como componentes nutracéuticos.

MATERIALES Y METODOS

Obtención e identificación de las muestras.

Con información existente sobre la producción y oferta–demanda de las especies de pescado marino fresco para consumo directo, a nivel nacional, se identificaron y seleccionaron las 25 especies con mayor demanda. Todas las muestras fueron proporcionadas por la Sociedad Nacional de Productores y Distribuidores de pescados y mariscos "La Nueva Viga", en la Ciudad de México. En este centro de acopio 425 bodegas comercializan diariamente más de 420 ton de productos marinos, Por lo que se considera el punto de distribución más importante del país (20). Las muestras de pescado obtenidas se identificaron hasta especie con la ayuda de fotografías y organismos frescos en donde se tomaron en cuenta las características morfológicas principalmente, así como el empleo de claves taxonómicas y libros especializados.

Muestreo

A través de un muestreo aleatorio simple se obtuvieron triplicados de la porción comestible (filete), de diferentes organismos de cada una de las especies seleccionadas, el mismo día que llegaban de las diferentes zonas de captura (muestra); de cada muestra se obtuvieron 100 g de filete, mediante un muestreo por cuarteo (submuestra), y cada una de éstas se analizó por duplicado, previa molienda y homogeneización (21). Se agregó BHT Sigma (USA) al 0.1% como antioxidante.

Ensayos analíticos

La humedad se determinó de acuerdo al método 925.09 y la proteína según el método 976.04/920.05/977.14, descritos en el AOAC (22).

Extracción y análisis de lípidos totales.- se obtuvieron según la técnica descrita por Castro y cols. (23) para muestras de pescado. Cada muestra de pescado se pesó por triplicado (1±0.01g). Se añadieron 20 mL de una solución de cloroformo:metanol (2:1, v/v) y se dejó extraer en agitación por 12 hrs. Después de filtrarse se agregaron 2 mL de agua, e centrifugó a 3000rpm/10 min. Se extrajo la fase acuosa y la fase orgánica se evaporó en atmósfera de nitrógeno. El contenido de los lípidos totales se determina gravimétricamente.

Saponificación, metilación y composición de los ácidos grasos.- los ésteres metílicos de los ácidos grasos, se obtuvieron según la técnica de Castro y cols. (23) para muestras de pescado. Una vez obtenidos los lípidos totales se procede a una saponificación con potasa metanólica saturada para la obtención de los ácidos grasos libres, los cuales se esterifican y metilan con una solución de trifluoruro de boro-metanol. Se evaporaron a sequedad en atmósfera de N_2. Para la identificación y cuantificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos obtenidos, se utilizó una mezcla de estándares Supelco 37 Fame Mix (USA), comparando con los tiempos de retención y áreas correspondientes entre éstos y la muestra. Se utilizó un cromatógrafo de gases Varian 3400CX, con una columna capilar de 100m x 0.25mm Supelco SP2560 (USA). La detección de los ácidos grasos fue por ionización de flama. El volumen de inyección fue de 1 uL (split 1:100) por duplicado en cada muestra y se utilizó como estándar interno el éster metílico del ácido cis-vaccenico. Los resultados de los ácidos grasos se presentan en mg/100 g de la porción comestible.

Análisis estadísticos

Los resultados de cada una de las especies se sometieron

a un análisis estadístico descriptivo (25,26). Los resultados de los ácidos grasos n-3 se agruparon, para su evaluación como componentes nutracéuticos, dependiendo de su clasificación biológica (óseos y cartilaginosos), ubicación ecótica (demersales, bentopelágicos y pelágicos), distribución general (tropical y subtropical), distribución geográfica (golfo y pacífico) y clasificación de la carne por el contenido de grasa (magros, semigrasos y grasos).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Tabla 1 se presentan los nombres de las 25 especies de pescados marinos de amplia oferta y demanda, identificados en el mercado de pescados y mariscos "La Nueva Viga" de la Ciudad de México; de éstos, 23 pertenecen al grupo de los peces óseos y 2 a los cartilaginosos (aleta de mantarraya y cazón), el 80% de las muestras fueron procedentes del Golfo de México. En este mismo Tabla se presenta el contenido de humedad, el cual fue semejante entre muestras, con un valor promedio de 75.16 g/100g de parte comestible. La proteína cruda (g/100g de parte comestible) se observó con una concentración desde 14.30 (cojinuda) hasta 28.00 (lisa Golfo) con un promedio de 18.41, valores semejantes a los informados en la Tabla de Valor Nutritivo de los Alimentos del 2002 (27). El contenido de proteína en el músculo del pescado generalmente no sufre grandes cambios en las diferentes épocas de pesca, sin embargo, se han reportado cambios en el contenido proteico del músculo blanco entre pescado silvestre y cultivado (28).

TABLA 1

Humedad, proteína cruda y lípidos totales en 25 especies de pescados marinos mexicanos de amplio consumo en México[1]. (g / 100g parte comestible)

Nombre común	Nombre científico	Humedad	Proteína Cruda	Lípidos Totales
Albacora	Thunnus alalunga	76.31 ± 0.08	18.68 ± 0.01	4.94 ± 0.11
Aleta Mantarraya.	*Gymnura marmorata*	72.74 ± 0.05	22.82 ± 0.01	1.64 ± 0.39
Atún	*Thunnus thynnus*	73.2± 0.05	22.90 ± 0.05	1.20 ± 0.01
Bagre	*Bagre marinus*	79.8 ± 0.08	17.0 0± 0.02	2.65 ± 0.27
Baqueta	*Epinephelus acanthistius*	76.43 ± 0.08	15.72± 0.04	2.80 ± 0.13
Besugo	*Rhomboplites aurorubens*	76.23 ± 0.05	18.24 ± 0.01	3.13 ± 0.14
Cabrilla	*Mycteroperca xenarcha*	70.34 ± 0.16	17.62 ± 0.02	1.12 ± 0.05
Cazón	*Carcharhinus porosus*	72.89 ± 0.16	21.15± 0.03	2.37 ± 0.25
Cintilla	*Trichiurus lepturus*	79.64 ± 0.18	16.56 ± 0.02	2.82 ± 0.20
Cojinuda	*Caranx crysos*	79.94 ± 0.05	14.27 ± 0.22	3.58 ± 0.03
Huachinango Golfo	*Lutjanus campechanus*	73.6 ± 0.20	20.00 ± 0.09	2.82 ± 0.35
Huachinango Pacífico	*Lutjanus peru*	81.46 ± 0.05	15.40 ± 0.21	2.78 ± 0.17
Jurel	*Caranx hippos*	74.1 ± 0.08	21.30 ± 0.14	2.52 ± 0.25
Lisa G	*Mugil cephalus*	75.5 ± 0.01	28.00 ± 0.01	2.91 ± 0.13
Lisa P	*Mugil cephalus*	68.2 ± 0.01	17.10 ± 0.04	1.47 ± 0.09
Mero	*Epinephelus morio*	79.5 ± 0.01	15.10 ± 0.07	2.98 ± 0.28
Mojarra	*Diapterus rhombeus*	79.6 ± 0.01	15.80 ± 0.04	4.06 ± 0.05
Pámpano	*Trachinotus carolinus*	64.1 ± 0.20	15.00 ± 0.11	14.85 ± 0.04
Pargo habanero	*Lutjanus analis*	82.1 ± 0.01	14.60 ± 0.21	1.23 ± 0.11
Peto Carito	*Scomberomorus cavalla*	74.8 ± 0.05	17.80 ± 0.03	4.21 ± 0.25
Robalo	*Centropomus undecimalis*	78.5 ± 0.01	20.00 ± 0.01	3.28 ± 0.19
Sierra	*Scomberomorus maculatus*	67.4 ± 0.20	18.80 ± 0.08	4.60 ± 0.22
Trucha	*Cynoscion nebulosus*	73.8 ± 0.01	17.90 ± 0.01	5.01 ± 0.23
Villajaiba	*Lutjanus synagris*	76.3 ± 0.08	18.50 ± 0.01	2.65 ± 0.35
Jorobado	*Selene vomer*	72.4 ± 0.01	19.90 ± 0.06	7.29 ± 0.38

[1] Se presenta la media ± DS de cada una de las muestras por triplicado.

Se observa que de la composición lipídica analizada (Tabla 1), la concentración de lípidos totales (g/100g de parte comestible) (LT), presenta variaciones entre los diferentes pescados con intervalos desde 1.00 (cabrilla y atún) hasta 14.85 encontrado en el pámpano. El valor promedio de los lípidos totales fue de 3.57; el 68% de las especies analizadas presentó valores de 2.5 a 5. A diferencia de lo observado con la proteína cruda, los lípidos totales presentaron valores diferentes a lo informado en las tablas de valor nutritivo (27), por ejemplo, en el presente trabajo la sierra, el cazón y la cabrilla tuvieron

4.50, 2.40, 1.10 g/100g de LT en la parte comestible, mientras que las Tablas de valor nutritivo de alimentos mexicanos se reportaron 13.90, 10.20, 0.10 g/100g parte comestble de LT, respectivamente. El pámpano, independientemente de la fuente de información, presenta valores elevados en comparación con las demás especies (14.80 g/100g parte comestible en el presente trabajo y 9.50 g/100g parte comestible en tablas (27). El contenido de grasa en el músculo de los pescados varia considerablemente en las diferentes épocas del año y de un lugar a otro (23, 28).

En el Tabla 4 se muestra el contenido de LT de las especies según su clasificación: encontrándose que la concentración de LT de los pescados óseos fue dos veces mayor que la de los cartilaginosos; los LT de los magros comparado con los semigrasos y grasos aumentaron en una proporción de 1:3. El contenido de LT en las especies clasificadas por su distribución general fue muy similar entre sí; sin embargo, en la clasificación por su distribución geográfica, los pescados del Golfo presentaron 1.5 veces más grasa que los del Pacífico. Tampoco se observó diferencia numérica en los resultados según la clasificación por su ubicación ecótica. De acuerdo a lo antes mencionado, se puede decir que los pescados óseos, grasos y del Golfo contienen una mayor cantidad de LT en comparación con las otras categorías.

En el Tabla 2 se reporta el contenido de los ácidos grasos en los pescados analizados de acuerdo a su tipología. Los ácidos grasos saturados (AGS) identificados en la mayoría de las especies fueron: C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C22:0, C23:0 y C24:0. El C6:0 se identificó en la cabrilla, lisa del Pacífico, mojarra marina, pámpano, peto carito, robalo y trucha; el C8:0 se identifico solo en el cazón y la cintilla; el C10:0 en albacora, bagre, baqueta, cazón y cintilla y el C11:0 en el albacora, cazón, cintilla y huachinango de Pacífico, los valores encontrados fueron variables, desde 0.02 mg/100g parte comestible de C11:0 en el huachinango hasta 1192.00 mg/100g parte comestible de C6:0 en la cabrilla.

Los AGS totales fueron los más abundantes en la mayoría de los pescados, con un valor promedio de 490.10 ± 498.72 mg/100g parte comestible (Tabla 2). La desviación estándar observada se debe a que en alguna de las especies el valor mínimo fue de 29.05 mg/100g parte comestible y en otra alcanzó una concentración de 1662.40 mg/100g parte comestible. Los pescados con concentraciones mayores a 1g de éstos AGS totales fueron: cabrilla, cojinuda, mojarra, pámpano y lisa del Pacífico, ésta última con valores hasta 10 veces mayores a los del la lisa del Golfo (1197.27 y 86.47 mg/100g parte comestible, respectivamente). El ácido palmítico fue el AGS más abundante, con valores hasta de 1055.00 y 964.00 mg/100g parte comestible en la cintilla y pámpano, respectivamente.

Los ácidos grasos monoinsaturados (AGM) identificados en la mayoría de las especies fueron: C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C18:1n9, C20:1, C22:1n9 y C24:1.

En general, los AGM fueron los menos abundantes (Tabla 2), con una media de 281.80 ± 327.00 mg/100g parte comestible, la desviación estándar observada se debe precisamente a la gran variabilidad existente entre los AGM de las especies, ya que se observó un valor mínimo de 29.67 y uno máximo de 1319.59 mg/100g parte comestible. La cojinuda, el pámpano y el jorobado presentaron hasta mas de tres veces la concentración de AGM en comparación con el 50% de los pescados que tuvieron menos de 75.30 mg/100g parte comestible. El AGM más abundante en algunas especies fue el oleico con valores de 991.00, 862.00. y 602.00 mg/100g parte comestible en la cojinuda, el pámpano y el jorobado, respectivamente.

TABLA 2
Acidos grasos totales en 25 especies de pescado marino mexicano según tipología
(mg/ 100g parte comestible)

Pescado	AGS[1]	AGM[2]	AGP[3]	n-3	n-6	n-3/n-6
Albacora	425.42	381.56	1050.41	1330.25	73.22	0.06
Aleta Mantarraya.	99.30	61.55	162.40	139.05	53.66	0.39
Atún	112.17	75.30	226.59	171.77	48.01	0.28
Bagre	404.55	332.04	537.04	382.18	141.49	0.37
Baqueta	129.03	152.90	268.56	341.56	35.33	0.10
Besugo	139.00	61.98	250.93	234.29	42.15	0.18
Cabrilla	1293.84	66.63	166.16	100.33	39.27	0.39
Cazón	100.09	53.87	94.27	23.44	27.20	1.16
Cintilla	196.26	110.74	315.58	230.10	34.36	0.15
Cojinuda	1662.42	1312.86	267.33	543.28	84.03	0.15
Huachinango G	75.36	64.37	48.11	23.88	21.44	0.90
HuachinangoP	64.42	37.09	97.28	93.05	19.08	0.21
Jurel	99.34	69.61	127.58	123.85	30.56	0.25
Lisa G	87.35	66.99	87.84	95.75	26.00	0.27
Lisa P	1198.41	116.77	172.12	106.23	70.24	0.66
Mero	115.54	73.81	93.87	74.86	28.85	0.39
Mojarra	1089.54	611.25	397.21	237.20	126.46	0.53
Pámpano	1398.57	929.76	385.08	280.53	89.36	0.32
Pargo habanero	49.93	29.05	61.16	50.63	15.02	0.30
Peto Carito	726.62	243.54	761.12	639.98	93.81	0.15
Robalo	341.52	452.95	382.55	157.28	204.76	1.30
Sierra	438.22	257.05	650.72	611.06	57.76	0.09
Trucha	854.47	476.78	598.98	623.42	80.31	0.13
Villajaiba	233.26	204.33	293.97	226.09	70.29	0.31
Jorobado	916.62	802.39	966.36	828.65	112.20	0.14

[1]AGS = Σ ácidos grasos saturados
[2]AGM = Σ ácidos grasos monoinsaturados
[3]AGP = Σ ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos poliinsaturados (AGP) identificados en todas las muestras analizadas fueron: C18:2n-6c, C18:3n-3, C18:3n-6, C20:2, C20:3n-3, C20:3n-6, C20:4n-6, C20:5n-3, C22:2, y C22:6n-3.

Los AGP totales (Tabla 2) de todas las especies tuvieron una media de 338.50 ± 278.30 mg/100g parte comestible,

TABLA 3
Acidos grasos n-3 en 25 especies de pescado marino mexicano de amplio consumo en México
(mg /100g parte comestible) [1]

Pescado	C18:3 n-3		C20:3 n-3		C20:5 n-5		C22:6 n-3	
Albacora	28.60	3.79	1.65	0.03	339.15	3.24	962.50	34.31
Aleta Mantarraya	1.75	1.06	0.95	0.09	10.66	3.75	126.63	23.19
Atún	2.16	1.76	2.69	0.07	13.37	1.82	156.24	16.32
Bagre	11.00	0.06	1.03	0.18	27.38	3.24	343.80	13.91
Baqueta	1.74	0.83	nd	nd	13.56	4.10	326.27	8.60
Besugo	3.88	1.28	2.48	0.29	22.60	0.01	207.81	4.58
Cabrilla	1.29	0.41	Nd	nd	13.90	1.39	85.14	0.74
Cazón	1.20	0.90	10.01	0.91	1.53	0.93	20.72	0.92
Cintilla	3.18	2.85	7.36	0.39	16.62	2.53	210.30	4.19
Cojinuda	8.43	2.95	1.24	0.30	68.00	1.00	466.85	0.73
Huachinango G	0.58	0.39	Nd	nd	4.71	0.74	18.59	1.86
HuachinangoP	1.22	0.37	0.69	0.21	6.07	2.82	85.76	4.49
Jurel	2.17	1.80	0.61	0.08	4.01	0.50	117.67	0.48
Lisa G	4.26	0.63	0.41	0.00	33.97	3.02	57.52	1.56
Lisa P	4.20	0.35	2.93	0.11	27.64	2.12	74.39	0.55
Mero	1.62	0.13	0.15	0.00	9.87	3.09	63.38	2.37
Mojarra	90.74	0.92	1.03	0.30	31.93	1.07	114.53	2.67
Pámpano	14.17	0.09	3.34	0.23	34.59	2.95	231.77	1.26
Pargo habanero	0.77	0.13	nd	nd	4.65	0.84	45.21	2.71
Peto Carito	12.14	2.16	1.55	0.29	106.10	3.56	521.74	0.15
Robalo	22.24	0.48	1.48	0.36	22.56	3.52	112.48	6.52
Sierra	8.05	0.90	2.01	0.16	77.47	2.24	525.54	6.20
Trucha	10.57	2.20	1.47	0.35	106.15	4.73	506.70	2.08
Villajaiba	3.69	0.71	0.72	0.11	40.10	2.20	182.30	0.06
Jorobado	15.01	2.08	3.55	0.20	127.68	0.92	685.96	4.57

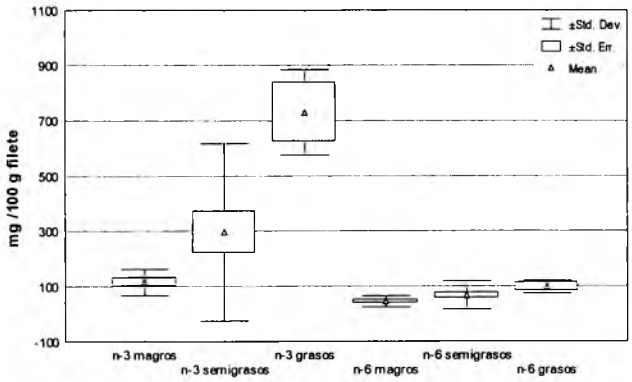
[1]Se presentan los datos de la media ± DS de cada una de las muestras por triplicado. nd= no detectado

TABLA 4
Acidos grasos n- 3 en 25 especies de pescado marino mexicano de acuerdo a diferentes clasificaciones [1]
(mg/100g parte comestible)

Clasificación	N	Lip. Totales g/100g parte comestible	C18:3 n-3	C20:3 n-3	C20:5 n-3	C22:6 n-3	Total
Biológica							
Óseos	23	3.72	14.29 ± 22.73	5.48 ± 6.41	55.49 ± 78.79	238.05 ± 243.36	307.82 ± 318.98
Cartilaginosos	2	1.96	1.22 ± 0.76	1.91 ± 1.65	5.90 ± 6.73	67.68 ± 76.31	74.80 ± 83.8
Grasa en carne							
Magros	5	1.31	2.03 ± 1.32	2.19 ± 1.08	15.95 ± 10.57	96.52 ± 46.96	114.50 ± 47.02
Semi- grasos	17	3.2	14.48 ± 24.66	2.23 ± 2.86	56.12 ± 88.05	226.29 ± 244.01	296.88 ± 330.96
Grasos	3	9.09	13.48 ± 2.43	2.79 ± 1.15	109.27 ± 20.52	552.72 ± 122.29	675.48 ± 143.7
Distribución general							
Subtropical	22	3.56	9.73 ± 14.27	2.45 ± 2.52	49.23 ± 78.64	215.06 ± 240.90	274.02 ± 318.15
Tropical	3	3.68	36.62 ± 43.83	1.09 ± 0.43	51.99 ± 52.01	221.86 ± 210.91	310.47 ± 253.74
Distribución geográfica							
Golfo	20	3.87	14.64 ± 133.51	2.40 ± 2.68	42.71 ± 79.64	216.30 ± 167.44	273.65 ± 81.51
Pacifico	5	2.39	7.64 ± 150.25	1.78 ± 1.01	86.75 ± 91.71	256.91 ± 194.33	351.30 ± 155.58
Ubicación ecótica							
Pelágicos	5	3.34	9.88 ± 10.89	1.64 ± 0.78	114.43 ± 149.14	420.70±333.33	545.01 ± 485.78
Bentopelágicos	10	3.91	8.08 ± 14.73	2.14 ± 2.41	31.25 ± 34.98	125.26±152.76	164.59 ± 188.21
Demersales	10	3.36	20.07 ± 30.66	2.75 ± 3.07	40.34 ± 42.18	225.44±215.18	285.85 ± 258.22

[1] Se presentan los datos de media ± DS de cada una de las muestras por triplicado

FIGURA 2
Acidos grasos totales n-3 y n-6 en de 25 pescados marinos mexicanos de acuerdo a su clasificación por el contenido de grasa en carne



±Std. Dev- = desviación estándar
±Std. Err. = error estándar
Mean = media

De los resultados de acuerdo a la clasificación biológica se observa, una mayor concentración de ALA, EPA y DHA en los pescados óseos con respecto a los cartilaginosos, esto está relacionado con el tipo de proteínas de las especies cartilaginosas que son más magras que las óseas (29).

En la clasificación de la distribución general (subtropical/ tropical), se encontraron resultados semejantes en las concentraciones de EPA y DHA de las especies tropicales y subtropicales (Tabla 4), pero el contenido de ALA fue 4 veces más alto en las especies tropicales, debido probablemente al tipo de alimento que existe en estos lugares (30).

Por lo que respecta a la clasificación dada por su distribución geográfica (Golfo/Pacífico), las especies del Golfo presentaron mayor contenido de LT que las especies del Pacífico. Un comportamiento similar se observa con el C:18 de los pescados del Golfo que fue mayor que los del Pacífico. Sin embargo, el contenido de EPA y DHA fue menor en las especies del Golfo, por lo que pudiera sugerirse que las especies analizadas procedentes del Pacífico mexicano serían una mejor fuente de AG n-3 (Tabla 4).

De acuerdo a la clasificación por su distribución ecótica (Tabla 4), las especies pelágicas fueron más ricas en EPA y DHA que las bentopelágicas y demersales, lo cual se deba probablemente al tipo de alimentación (fitoplancton) a la que tienen acceso este tipo de peces en la columna de agua (30).

Las elevadas desviaciones estándar obtenidas (Tabla 4) se deben a que la clasificación engloba distintas especies, conformando grupos muy heterogéneos, que además dependen para su composición química de factores bióticos y abióticos (7, 23, 31); sin embargo, con estas clasificaciones se pretende dar una visión general de aquellos grupos de pescados que pueden proporcionar valores más altos de ciertos compuestos nutracéuticos.

Evaluación de las especies como alimentos funcionales

Actualmente, no existe un consenso mundial sobre el contenido de ácidos grasos n-3 que se recomienda consumir diariamente para la obtención de los numerosos beneficios que éstos micro nutrimentos proporcionan, sin embargo, y con base en los numerosos estudios clínicos que se han llevado a cabo en todo el mundo, algunos países sugieren los siguientes valores de consumo diario de EPA+DHA: Estados Unidos 0.65 g/día , el Comité de Aspectos Médicos y Política Alimenticia de Canadá sugiere 0.20 g/día, el Reino Unido propone que el 0.50% de la energía consumida provenga del EPA y DHA combinados; los japoneses recomiendan una importante ingesta de DHA para mujeres embarazadas (0.50 g de DHA/día) para mejorar el desarrollo pre y postnatal, así como para evitar el nacimiento de niños prematuros (7).

A continuación se enlistan aquellas especies de las 25 analizadas en el presente estudio y que presentaron un contenido total de EPA + DHA (g/100g filete) mayor a 0.20, que es el valor mínimo dado en las recomendaciones mundiales para la obtención de los beneficios que éstos ácidos grasos otorgan y por lo cual son considerados como compuestos nutracéuticos: albacora (1.30), bagre (0.37), besugo (0.23), cintilla (0.22), cojinuda (0.53), jorobado (0.81), pámpano (0.27), peto (0.63), sierra (0.60), trucha marina (0.61) y villajaiba (0.22).

Si se toma en cuenta que algunos suplementos derivados de aceites marinos encapsulados contienen 0.30 g de EPA + DHA (7) y así son considerados como nutracéuticos (17,18), tenemos entonces que la mayoría de las especies antes mencionadas sobrepasan estos niveles, por lo cual se pueden entonces considerar como alimentos funcionales.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se concluye, que de las especies analizadas, los pescados óseos, grasos y pelágicos presentaron un contenido mayor de EPA + DHA, independientemente de su distribución general y geográfica. Por otro lado y dada la cantidad de EPA + DHA cuantificada, el 44% de las especies analizadas se pueden considerar como alimentos funcionales, ya que éstas se encontraron en los intervalos de las recomendaciones mundiales dadas por diferentes países. Es muy importante no olvidar que estas conclusiones se plantean para las especies analizadas bajo determinadas condiciones bióticas y abióticas y que el patrón general del contenido lipídico de los pescados está fuertemente relacionado e influenciado por los lípidos de la dieta, la zona geográfica, la época del año, su ubicación en la columna de agua y por fe-

nómenos climatológicos como "El Niño " y "La Niña" (31).

Actualmente, cierto nivel de la población mexicana se ha interesado en los suplementos alimenticios de aceites de pescado, dejando a un lado el consumo de cualesquiera de las numerosas especies mexicanas ricas en ácidos grasos n-3, ya que hasta el momento se desconocía la cantidad e importancia de los ácidos grasos de estos pescados, lo cual, por lo mismo les confiere un papel como alimento funcional, además del valor nutritivo ya conocido. Sin embargo, un alimento funcional, independientemente de su contenido nutracéutico, será útil siempre y cuando su consumo sea regular y dentro de una dieta equilibrada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los señores Blanca Gutierrez Ambriz y Roberto Gutierrez así como del Lic. Carlos Arteaga de la Soc. Nal. de Introductores y Distribuidores de Pescados y Mariscos de la Cd. de México, por la materia prima y el apoyo otorgado durante la realización del presente estudio. De manera muy especial agradecemos la colaboración del Dr. José Luis Castro-Aguirre del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN, eminente ictiólogo mexicano quien amablemente colaboró en la identificación de algunas de las especies, además de proporcionarnos información muy importante.

REFERENCIAS

1. Avila CA, Shamah T, Chávez A. Encuesta Urbana de Alimentación y Nutrición en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 1994-95. Subdirección General de Nutrición de Comunidad. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. 1995
2. Avila CA, Shamah T, Chávez A, Galindo GC. Encuesta Urbana de Alimentación y Nutrición en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 2002. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. (En prensa).
3. Avila CA, Shamah T, Chávez A. Encuesta Nacional de Alimentación y Nutrición en el Medio Rural 1996. Subdirección General de Nutrición de Comunidad. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. 1997
4. Ruíz DMF. Recursos pesqueros de las costas de México. México (México): Limusa; 1993.
5. Simopoulos AP. Essential fatty acids in health and chronic disease. Am J Clin Nutr 1999;70:560s-569s.
6. Simopoulos AP. Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. Human requirement for n-3 of polyunsaturated fatty acids. Poultry Sci 2000;79:961-970.
7. Castro-González MI. Ácidos grasos omega 3: Beneficios y Fuentes. Interciencia 2002;27(3):128-136.
8. Lemaitre NR, King BI, Mozaffarian D, Kuller HL, Tracy PR, Siscovick D. N-3 polyunsaturated fatty acids, fatal ischemic hearth disease, and non fatal myocardial infarction in older adults: the cardiovascular health study. Am J Clin Nutr,2003; 77:319-25.
9. Harris WS. n-3 Long- chain polyunsaturated fatty acids reduce risk of coronary heart disease death: extending the evidence to the elderly. Am J Clin Nutr 2003;77:279-80.
10. Cleland L, James M, Proudman S. The role of fish oils in the treatment of rheumatoid arthritis. Drugs 2003; 63 (9):845-53.
11. Terry P, Rohan TE, Wolk A, Maehle-Schmidt M, Magnusson C. Fish consumption and breast cancer risk. Nutr Cancer 2002; 44(1):1-6.
12. Hu FB, Cho E, Rexrode KM, Albert CM, Manson JE. Fish and long-chain omega-3 fatty acid intake and risk of coronary Herat disease and totalmortality in diabetic women. Circulation 2003, 107 (14):1852-7.
13. Cerkauskiene R, Kaminskas A, Kaltenis P, Vitkus D. Influence of omega-3 fatty acids on lipid metabolism in children with steroid sensitive nephritic syndrome. Medicina (Kaunas) 2003; 39 Suppl 1:87-7.
14. Tully AM, Roche HM, Doyle R, Fallon C, Bruce I, Lawlor B, Coakley D, Gibney MJ. Low serum cholesteryl ester-docosahexaenoic acid levels in Alzheimer's disease: a case-control study. Br J Nutr Apr 2003; 89(4):483-9.
15. Colin A, Reggers J, Castronovo V, Ansseau M. Lipids, depression and suicide. Encephale 2003. 29(Pt 1):49-58.
16. Chen WJ, Yeh SL. Effects of fish oil in parental nutrition. Nutrition 2003; 19(3):275-9.
17. Wildman CER. Handbook of Nutraceuticals and Funcional Foods. U.S.A.: CRC Press. 2001.
18. Roberfroid MB. Concepts and strategy of funcional food science: The European perspective. Am J Clin Nutr 2000; 71(6):1664-1669.
19. Shibamoto T, Terao J, Osawa T. Functional Food for Disease Prevention. Washington (DC):American Chemical Society;1998.
20. Secretaría de Economía. Informe de producción de pescado en México del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Informe anual. [publicación periódica en línea] 2002. Se consigue en http://www.sniim.gob.mx.
21. Pérez C. Técnicas de muestreo estadístico. Teoría, práctica y aplicaciones informáticas. España.: Alfaomega- Rama, 2000.
22. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International . 17th Edition, 1st Revision, 2002.
23. Castro GMI, Montaño BS, PerezGil RF. Ácidos grasos del atún de diferentes zonas pesqueras del Pacífico mexicano, en aceite y agua. Arch Lat Nutr 2001;51(4):407-413.
24. Hubbard WD, Sheppard AJ, Newrick DR, Osgood T. Comparation of various methods for the extraction of total lipids, fatty acids, cholesterol and other sterols from food products. J Am Oil Chem Soc 1997;54:81-83.
25. Hair FJ, Anderson ER, Tatham LR, Black CW. Analisis Multivariante. Madrid (España): Prentice Hall, 2000.
26. StatSoft, Inc. Statistica for Windows (Computer program Manual). Tulsa, OK: StatSoft Inc., 2325 East 13th Street, Tulsa OK 74104, (918) 583-41-49, Fax: (918)583-4376. 1995.
27. Muñoz CM, Ledesma SJA, Chavez VA, Pérez-Gil RF, Mendoza ME, Calvo C, Castro GMI, Sánchez CC, Avila CA. Los Alimentos y sus Nutrientes. Tablas de Valor Nutritivo de

Alimentos. México (México): McGraw–Hil Interamericana;2002.
28. Haard NF. Compositon and Nutritive Value of Fish Proteins. En: Ruiter A, editor. Fish and fishery products. United Kingdom:Cab International;1995. p.77-115.
29. Pigott MG, Turker WB. Seafood Efects of Technology on Nutrition. Marcel Dekker. New York, U.S.A.;1990.
30. Bone Q, Marshall NB, Blaxter JHS. Biology of Fishes. New York (USA). Blackie Academic & Professiona; 1997.
31. Love M. The Chemical Biology of Fishes. Vol. 2. New York (USA). Academic Press; 1980.

Recibido: 05-10-2003
Aceptado: 21-06-2004