

ACEITES DE PESCADOS DE INTERES NACIONAL

*Dra. Ing. Quím. María A. Grompone
Facultad de Química - Montevideo*

Generalidades acerca de los aceites de pescado

Si bien a nivel mundial el aceite de pescado es mayoritariamente hidrogenado para su empleo como componente de shortenings y margarinas, en el Uruguay no se utiliza con fines alimentarios (excepto en algunos casos que forma parte de raciones para animales). Los aceites de pescado (como tales o parcialmente hidrogenados y/o fraccionados) encuentran un campo restringido como componentes de pinturas y barnices o como materia prima en productos para la industria del cuero o de la industria jabonera.

La producción nacional de aceites de origen marino es del orden de las 500 toneladas anuales, a la cual se debe agregar unas 800 toneladas más de importación.

Es importante, por lo tanto, conocer las características químicas de los aceites que se producen en nuestro país así como los de aquellas fuentes potenciales que podrían ser utilizadas a los efectos de sustituir importaciones. Pero estos aceites de pescado no sólo interesan por su empleo industrial, sino porque también forman parte de los alimentos de origen marino que consumimos.

Los aceites de pescado son diferentes de otros aceites porque presentan: a) una mayor variedad de ácidos grasos, b) una mayor cantidad de ácidos grasos de 20 y 22 carbonos, c) una alta

insaturación (con hasta 5 y 6 dobles enlaces por molécula), d) un alto contenido en poli-insaturados (PUFA) de la familia omega-3.

Los ácidos grasos 16:0 y 18:1 (palmítico y oleico, respectivamente) aparecen en cantidades considerables en prácticamente todos los aceites de pescado (del orden del 30%). Otros ácidos grasos son frecuentes pero no siempre se encuentran en cantidades importantes: tres monoeno (16:1, 20:1 y 22:1), un saturado (14:0) y dos polienos (20:5 y 22:6). Estos últimos son característicos de los aceites de pescado y generalmente no aparecen en otros aceites más que a nivel de trazas. Al ácido 20:5 se le conoce con la sigla EPA (del inglés "eicosapentaenoic acid") y al 22:6 con la sigla DHA (del inglés "docosahexaenoic acid").

Tiempo atrás se pensaba que el aceite correspondiente a una cierta especie de pescado tenía una composición definida que variaba sólo ligeramente de ejemplar en ejemplar. Si bien esto es cierto, por ejemplo, para aceites vegetales (siempre que no se utilicen variedades genéticas especiales) o para las grasas vacunas, no es correcto para los aceites de pescado. Esta idea errónea surgió del uso de métodos gravimétricos engorrosos para la determinación de la composición y del empleo de técnicas analíticas indirectas tales como el índice de yodo para evaluar el grado de

insaturación o el índice de saponificación como estimación del peso molecular promedio. Actualmente, con la rapidez y precisión de la cromatografía de gases, se sabe que la correlación entre la composición en ácidos grasos de un aceite de pescado y la especie en cuestión es muy relativa. Muchas especies de peces tienden a modificar los lípidos que ingieren en su alimento, produciendo en algunos casos, ácidos grasos diferentes. Pero también se encuentra una buena relación entre los de su ingesta y los que almacena como reserva energética en su cuerpo.

El alimento al que puede acceder el pez difiere considerablemente de lugar en lugar y de una estación del año a otra. También el tipo y cantidad de comida cambia de un año para el otro. Estos diferentes factores hacen que especímenes de una misma especie contengan aceite en cantidad y composición muy variable.

Que el contenido en ácidos grasos es completamente independiente de la especie tampoco es cierto porque los peces tienen vías metabólicas que tienden a producir grasas con una constitución básica, típica de cada especie. Estos procesos metabólicos no pueden sin embargo, prevalecer sobre la composición permanentemente cambiante de su alimentación. Es decir, la composición básica de la especie es modificada en función de la composición de su ingesta relativamente reciente.

Para poder establecer composiciones básicas representativas de una especie es necesario, por lo tanto, analizar muestras de tachadas de centenares de ejemplares, de modo de asegurar la inclusión de especímenes capturados en diferentes lugares, en distintas épocas del año, de diferentes tamaño y sexo, etc.

Aceites de origen marino que se comercializan en el Uruguay

En el Uruguay se industrializan y/o comercializan varios aceites de origen marino, procedentes de la región, siendo los más comunes los de anchoíta, sáballo, lobo marino, tiburón y vísceras de pescado. El aceite de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) es extraído del cuerpo entero del pescado durante el proceso de fabricación de la harina. El aceite de vísceras,

principalmente de merluza, es un subproducto de la industria del fileteado. El aceite de tiburón no se obtiene de una especie única y su comercialización es escasa. El aceite de lobo marino (*Arctocephalus australis*) es un subproducto de la industria peletera cuyo monopolio mantenía ILPE. El aceite de sáballo (*Prochilodus lineatus*) se extrae a nivel artesanal o proviene de la Argentina.

En la Tabla 1 se indican los valores de las propiedades de dichos aceites, para muestras obtenidas de los proveedores habituales y que corresponden a tachadas industriales. Todos ellos son ricos en ácidos grasos poliinsaturados aunque el contenido del sáballo es menor. Este aceite presenta la composición típica del correspondiente a un pez de agua dulce: alto contenido en 16:1 (palmitoleico) y bajo contenido en

PUFA (excepto el 18:3 cuyo valor promedio es relativamente alto).

Los aceites de pescado de agua salada se pueden clasificar, según la bibliografía, en dos grandes grupos: los ricos en monoeno de cadena larga (como el arenque) y los ricos en PUFA (como el menhaden). Los aceites de origen nacional presentan una composición intermedia respecto a la de dicha clasificación. También muestran la particularidad de ser más ricos en 22:6 (DHA) que en 20:5 (EPA), lo cual no es frecuente en aceites marinos de otros países.

El aceite de lobo marino, a pesar de tratarse del de un mamífero, tiene propiedades y composición similares a los aceites de pescado y completamente diferente a los de los mamíferos terrestres tales como bovinos y ovinos.

TABLA 1

	anchoíta	vísceras	sáballo	tiburón	lobo marino
14:0	6.9	4.2	3.5	3.5	5.3
16:0	17.6	18.2	23.0	18.9	13.4
16:1	5.0	12.1	19.0	9.2	7.3
18:0	2.5	4.1	7.4	3.4	2.4
18:1	12.2	20.1	22.2	22.5	23.6
18:2	2.2	0.9	4.9	1.3	2.7
18:3	---	---	7.3	3.4	---
20:1	7.6	5.8	---	---	9.4
20:2	3.2	2.3	0.7	1.9	1.6
22:1	13.9	5.8	2.4	5.5	8.3
20:4	1.5	1.4	1.2	1.0	1.4
20:5	6.4	6.5	3.5	6.2	2.2
22:4	4.8	0.7	---	0.6	---
22:5	1.1	1.9	1.4	1.1	2.1
22:6	13.8	13.2	1.3	16.0	15.5
PUFA	27.6	22.0	14.7	28.3	25.5
I.I.	155	141	111	182	146
I. Isap. insaponi- ficables	188	188	195	183	193
	2.2.	2.4	---	2.4	2.0

Fuentes potenciales de aceites de pescado

En el año 1989 el Uruguay exportó aproximadamente 59.000 toneladas de productos de la pesca, por un total de unos 60 millones de dólares. Estas exportaciones incluyeron un 8% (en peso) de pescado fresco y un 85% (en peso) de pescado congelado. La merluza representó un 52% en peso (un 58% en dólares) del total del pescado congelado, lo que demuestra que esta especie es uno de los recursos pesqueros más explotados en el Uruguay. Del total de merluza congelada exportada, el 77% en peso (el 84% en dólares) correspondió a filetes y menos de un 2% a ejemplares enteros. Estas cifras indican la importancia de la industria del fileteado en nuestro país, por lo que puede resultar de interés el estudio de los posibles usos de aquellas partes del pescado que se desechan, tales como los hígados. También es importante el conocimiento de especies sub-explotadas de las cuales no se tiene información suficiente acerca de sus posibles aplicaciones. Entre ellas se encuentran la lacha, el papamosca, el rouget, etc.

El principal recurso demersal en la zona común de pesca argentino-uruguayana lo constituye

la merluza común (*Merluccius hubbsi*), la cual se ha convertido en el objetivo principal de la captura para la industria pesquera nacional. La fauna acompañante de la merluza está formada, principalmente por el rouget (*Helicolenus dactylopterus laihillei*) junto con otras especies demersales. Esta fauna acompañante es cogida en las redes junto con la merluza, y debido a su escasa aplicación, generalmente se descarta, con las consiguientes pérdidas innecesarias.

Con el interés de buscar aplicaciones útiles, se extrajeron y analizaron en el laboratorio aceites de hígado de merluza y de varios órganos de rouget. Los valores obtenidos se indican en la Tabla 2.

El hígado de merluza representa un 7% del peso del pescado entero. Dado que contiene un 50% de aceite y que es un producto de desecho de la industria del fileteado, puede ser importante su utilización como materia prima para la obtención de aceite, ya que su composición es similar a la de los aceites de pescado comunes.

Si bien el rouget aparece como un pescado magro, puesto que su músculo contiene apenas un 1.3% de aceite, es interesante el alto contenido de éste en el hígado y en su sistema óseo.

Composición del aceite de filetes y huevos de pescado

El contenido en aceite del músculo o "carne" de pescado varía dentro de muy amplios límites (desde 0.3% hasta más de 50%). Stansby propuso una clasificación basada en el contenido en aceite y proteínas: la categoría A corresponde a un 5% de aceite, la B entre 5% y 15% y la C, más de 15%. En la Tabla 3 se indica el contenido y composición del aceite extraído a nivel de laboratorio de filetes de los siguientes pescados: merluza común, cazón (*Galeorhinus vitaminicus*), pescadilla de red (*Macrodon ancylodon*), pescadilla de calada (*Cynoscion striatus*), corvina blanca (*Micropogon opercularis*). Estas especies fueron elegidas entre las de mayor consumo en nuestro medio.

En todos los casos el contenido en aceite no supera el 5%, por lo que pueden ser consideradas como magras.

El contenido de EPA no presenta variaciones importantes de una especie a otra pero el DHA es mínimo en la corvina y máximo en la merluza y el cazón. A pesar de esto, en todos los casos la relación de EPA/DHA es menor que la unidad. En los aceites de pescados del Atlántico Norte suele predominar el EPA frente al DHA, con valores de dicha relación entre 1.5 y 2.5. Los del Hemisferio Sur suelen presentar una inversión en esta relación (0.08-0.83).

Para evaluar desde el punto de vista nutricional la calidad de una grasa o aceite, es necesario considerar, entre otros parámetros, la relación entre el contenido en ácidos grasos saturados y poli-insaturados. Las recomendaciones del National Institute of Health (U.S.A.) indican que los lípidos no deben superar el 30% del total de la ingesta

TABLA 2

	hígado de merluza	cráneo de rouget	hígado de rouget	músculo de rouget
% aceite	50	28	23	1.3
16:0	17.6	14.6	12.0	16.6
16:1	6.9	7.4	7.1	5.7
18:0	2.3	2.7	4.3	3.8
18:1	18.6	20.7	34.0	15.4
18:2	1.8	2.3	1.8	1.6
20:1	7.2	5.8	3.3	3.0
22:1	8.1	7.3	3.4	3.9
20:4	1.3	1.7	1.8	1.0
20:5	6.7	8.5	7.7	9.7
24:1+21:5	2.8	3.6	2.9	3.0
22:5	0.9	1.6	3.3	2.4
22:6	15.7	8.6	10.5	26.6
PUFA	32.0	29.2	28.1	44.5
EPA/DHA	0.43	0.99	0.73	0.36

calórica, repartiéndose una tercera parte como máximo para saturados y otra tercera parte para PUFA. Esto conduce a la necesidad de hacer un balance global de la ingesta de grasas para lograr, por compensación de las más saturadas (como las vacunas), la relación óptima 1:1.

TABLA 3

	cazón	Filetes corvina	merluza	pescadilla calada	pescadilla red	huevas de merluza
14:0	1.0	2.5	1.0	2.3	1.0	3.7
16:0	18.5	20.8	13.4	22.5	5.9	15.5
16:1	1.8	17.3	2.2	9.4	14.4	4.9
18:0	7.4	5.5	3.9	5.3	3.1	2.0
18:1	11.1	17.1	10.8	25.4	29.8	16.1
18:2	1.2	1.3	2.3	1.5	1.4	2.4
20:1	---	---	---	---	---	4.5
22:1	7.3	3.4	6.3	2.8	3.7	3.9
20:4	1.4	1.6	2.8	1.0	1.8	2.2
20:5	6.4	5.9	9.4	6.8	7.6	8.2
21:5	1.8	1.9	7.0	2.2	2.2	0.9
22:4	1.5	1.3	2.8	1.0	2.6	1.5
22:5	4.6	2.8	1.5	1.8	3.3	1.8
22:6	24.7	7.0	24.7	11.5	13.2	23.2
PUFA	43.7	23.8	47.9	25.8	35.0	45.1
EPA/DHA	0.3	0.9	0.4	0.6	0.6	0.4
PUFA/sat.	1.3	0.7	2.2	0.8	3.0	2.0
% aceite	1.0	3.1	0.9	3.0	4.7	4.1

Los filetes de pescado estudiados, a pesar de contener poco aceite, son ricos en PUFA por lo cual es beneficioso su consumo dentro de las dietas normales. También resulta ilustrativo que para una ingesta neta de 1 gramo de (EPA + DHA)

se requieran solamente 112 gramos de filetes crudos de pescadilla de red frente a 385 gramos de filetes crudos de cazón o merluza.

Por otra parte, la estabilidad de los filetes de pescado durante su

almacenamiento (el cual se hace, frecuentemente, bajo forma de congelados), depende del balance de dos factores opuestos: bajo contenido de aceite y alta insaturación.

En nuestro país el término



**MEDICION
ANÁLISIS
CONTROL**

**Av. D.A. Larrañaga 3229
11600 MONTEVIDEO
Tel. 80 97 54 / 80 98 57
Fax: 81 98 64**

INGENIERIA Y SERVICIO

Analítica:

Balanzas, Análisis Térmico, Baños, Centrifugas, Colorímetros, Destiladores, Espectrofotómetros, Estufas, Kjeldahl, Microscopía, RH, T, TLC, Viscosímetros, Tituladores.

Industrial:

Básculas industriales y para camiones, Bombas de todo tipo, Celdas de carga, Medidores de energía, de caudal y de nivel, Equipos de ensayo, PLC, Transductores, Variadores de velocidad.

Procesos Térmicos: Esterilizadores automáticos.

Plásticos de Ingeniería:

Envases multicapa y especiales.

REPRESENTANTES DE:

Mettler, Metrohm, Jenway, Leica (Reichert), Dr. Lange, Hettich, H.B.M., Landis & Gyr, Haenni, Leybold, ITT Fluid, Polysonics, Neptune, Heel, ITA, etc.

"huevas de pescado" se refiere a las gónadas de algunos peces en la época de predesove (especialmente merluza, pero no exclusivamente). En la tabla 3 también se indica el contenido y composición del aceite extraído de ellas en el laboratorio. Su composición es típica de un aceite de origen marino, con un alto contenido en PUFA. Las huevas de merluza constituyen una fuente más rica en polienos que los correspondientes filetes. Esto significa que para una ingesta neta de 1 gramo de (EPA + DHA) se requieren solamente 56 gramos de huevas de merluza crudas.

Estudios recientes sobre la ingesta de colesterol y su incidencia sobre las enfermedades cardiovasculares indican que es más importante mantener una dieta rica en PUFA y pobre en saturados que una dieta solamente limitada en su contenido en colesterol. En ese sentido, el contenido en colesterol de las huevas de merluza (376 mg. en 100 gramos de producto) no parece un factor decisivo para su evaluación, respecto a los correspondientes filetes de merluza que contienen 143 mg. de colesterol por 100 g.

Dado los hábitos alimentarios de nuestra población, donde las carnes rojas, ricas en ácidos grasos saturados, representan una parte importante de la dieta, la inclusión de productos de origen marino puede tener un doble efecto beneficioso: aportar PUFA y disminuir los saturados.

Concentrados de aceite de pescado

Los ácidos grasos insaturados se suelen agrupar en familias, de acuerdo con la ubicación de sus dobles enlaces en la cadena carbonada. En determinadas circunstancias, se suelen numerar carbonos a partir del grupo metilo

terminal (y no como en la nomenclatura IUPAC, respecto al grupo carboxilo), formando así familias "omega". En la familia omega-3 todos sus miembros poseen el primer doble enlace en la posición 3. Los aceites de pescado de agua salada son fuentes importantes de dichos ácidos grasos. Se ha reconocido en los últimos años la importancia de ellos en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares así como en la disminución del riesgo de algunos tipos de cáncer.

Para balancear una dieta, aumentando la ingesta de omega-3, se puede recurrir a dos vías diferentes, que no son excluyentes: a) aumento de la ingesta de alimentos de origen marino, b) ingesta de concentrados de aceite de pescado.

Uno de los problemas que presenta el aumento de la ingesta de pescado es que implica modificar hábitos muy arraigados en la población de nuestro país. En Montevideo el consumo medio de pescado por habitante al año es de solamente 5 kilos. Más que una modificación radical del estilo de vida, se debe buscar un mecanismo que no lo violente, como la ingesta de cápsulas que contengan concentrados de omega-3.

Otra dificultad aparece respecto a las dietas hipocalóricas, ya que una ingesta importante de pescado implica también un suministro relativamente alto de calorías. Esto sucede en escala relativamente menor con los concentrados. A ello se debe agregar también el alto contenido en colesterol de la carne de pescado y sus derivados, respecto a los concentrados de su aceite.

Otro argumento de peso se vincula con la relación saturados/PUFA. Los aceites de pescado

presentan un contenido importante de saturados, los que se sumarían a los provenientes de las grasas animales, de las cuales es rica la dieta de los uruguayos.

Nuestra grasa vacuna (incorporada como tal en muchos productos alimenticios o como "grasa no visible" en platos de carne) tiene un contenido más alto en saturados que la de los otros países. Su composición promedio es: 60% de saturados, 39% de monoeno y menos del 1% de polienos. En cambio, los concentrados de aceite de pescado tienen muy disminuido el contenido original de saturados a raíz de su aumento en omega-3, por lo que su ingesta mejora más la relación global saturados/PUFA de la dieta, que los alimentos de origen marino.

A todos estos argumentos se le suma otro de índole económica. El precio en Uruguay del aceite de pescado (de origen nacional o importado) es del orden de U\$A 300 a U\$A 400 la tonelada. En U.S.A. una caja de 100 cápsulas de 1 gr. de concentrado se vende a U\$A 20, lo que hace un precio total de venta de U\$A 200.000 la tonelada. Esto indica que el valor de la materia prima se multiplicó por 500 como consecuencia de su procesamiento, relación que no es frecuente encontrar en el común de los productos industriales.

Por todo esto es importante el estudio de la obtención de concentrados de omega-3 a partir de aceites de pescado nacionales, ya sea bajo forma de triglicéridos, de ácidos grasos libres o de sus ésteres etílicos o metílicos. La complejación por urea es uno de los métodos más adecuados para su obtención, debido a su simplicidad y a los bajos costos de inversión y procesamiento.

La urea forma compuestos de inclusión con moléculas de cadena

normal alifática, (es decir, con moléculas sensiblemente rectilíneas) que son insolubles en solventes orgánicos polares tales como el etanol. Según el número de insaturaciones y su configuración geométrica, los ácidos grasos presentan disposiciones espaciales que se alejan de la linealidad a medida que aumenta el número de dobles enlaces cis. De esta manera, disolviendo en un solvente polar los ácidos grasos obtenidos a partir de un aceite de pescado, se

pueden separar las moléculas lineales (saturados y monoeno preferentemente), por formación de compuestos insolubles con la urea.

Este método fue empleado a nivel de laboratorio para los ácidos grasos provenientes de diferentes aceites de pescado nacionales: a) aceite de lobo marino (procesado por ILPE), b) aceite de hígado de merluza (extraído en el laboratorio), c) aceite de origen industrial (en su mayoría anchoíta). Los resultados se indi-

can en la Tabla 4. En los tres casos los concentrados obtenidos presentan un alto contenido en PUFA (entre 88% y 93%) y un bajo contenido en saturados (entre 3% y 6%). Comparados con los concentrados encapsulados importados que se comercializan en el Uruguay, se nota un contenido mayor en PUFA y menor en saturados. Se puede concluir que estos aceites son materias primas adecuadas para la fabricación industrial de concentrados de omega-3.

TABLA 4

	EPA %	DHA %	Saturados %	Monoenos %	PUFA %	Saturados PUFA
aceite de lobo marino concentr.	2.0	12.7	22.3	54.8	22.9	0.97
	6.3	66.4	2.7	4.0	93.3	0.03
aceite hígado merluza concentrado	7.0	14.7	23.1	41.5	35.4	0.65
	15.0	44.2	4.7	7.6	87.7	0.05
aceite indust. concentrado	7.2	14.9	23.6	39.4	37.0	0.64
	14.1	53.9	5.7	6.0	88.3	0.06
PROMEGA	28.1	13.6	15.6	25.8	58.6	0.27
EPAMAX	15.5	10.8	28.0	34.0	38.0	0.74
MAX-EPA	14.0	9.0	43.9	26.8	29.3	1.50
aceite hígado bacalao (USA)	8.7	8.9	37.1	40.2	22.7	1.63

Referencias

- Aislamiento de ácidos grasos poli-insaturados por complejación con urea. M.A.Grompone. Acta Farm. Bonaerense 9(1):15-20 (1990).

- Fatty acid composition of fats from the Uruguayan fur seal (*Arctocephalus australis* Zimmermann). M.A.Grompone, B.Sienra y J.L.Quilez Marine Mammal Science 6(1):48-53 (1990).

- Concentrados de w-3 a partir de aceite de lobo marino. M.A.Grompone. 6o. Simposio científico (Comisión Mixta del Frente Marítimo) Montevideo 1989.

- Composición y propiedades de los aceites comerciales del Uruguay. M.A.Grompone. 6tas. Jornadas de

tecnología y economía pesquera (Comisión Mixta del Frente Marítimo) Mar del Plata 1990.

- Aceite de hígado de merluza como fuente de omega-3. A. Rodríguez, I. Jachmanián, E. Méndez y M.A.Grompone. I Congreso de Farmacia del Cono Sur. Gramado 1991.

- Estudio de los aceites extraídos de diferentes órganos de merluza común. E. Méndez, I. Jachmanián, A.Rodríguez y M.A.Grompone. I Congreso de Farmacia del Cono Sur. Gramado. 1991.

- Las "huevas de pescado" como una alternativa de la Ingesta de productos marinos en el Uruguay. E. Méndez, M. Fernández, G. Pazo y

M.A.Grompone. II Jornadas de ciencia y tecnología de los alimentos. Montevideo 1991.

- Contenido de ácidos grasos de la serie omega-3 en filetes de pescados uruguayos. A. Rodríguez, I. Jachmanián, A. Amaya y M.A.Grompone. II Jornadas de ciencia y tecnología de los alimentos. Montevideo 1991.

- Estudio de los lípidos del sistema óseo del rouget. E. Méndez y M.A.Grompone. VI Jornadas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias. Piriápolis 1991.

- Parámetros que influyen sobre la obtención de concentrados de omega-3 por complejación con urea. A. Rodríguez y M.A.Grompone. VI Jornadas de la Sociedad Uruguaya de Biociencias. Piriápolis 1991.