

Ana Cristina Atehortúa Osorno<sup>1\*</sup>; Claudia María Velásquez Rodríguez; Beatriz Estella López Marín<sup>3</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** en los últimos años, los estudios enfocados en el consumo de peces como fuente de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), específicamente de cadena larga (DHA y EPA), han tomado más fuerza debido a la evidencia creciente de diversos efectos de protección y prevención en salud, y ha sido el salmón el más recomendado. **Objetivo:** identificar el contenido de PUFAs y omega 3 de diferentes especies de peces y determinar si son fuente de estos, mediante la recolección, revisión y selección de estudios realizados a nivel nacional e internacional acerca del perfil de ácidos grasos en peces y su posterior clasificación según la Resolución 333 de 2011 de Colombia y las recomendaciones de consumo del Codex Alimentarius y la FAO-FINUT. **Resultados:** se clasificó como excelente fuente de PUFAs la tilapia, la cachama, la carpeta, la sardina, la corvina y el atún rojo; por LC-PUFAs, la mayoría fue excelente fuente, siendo el atún rojo, la cachama, el salmón común, la anchoa, la sardina y el atún aleta amarilla las principales especies. La mayoría cubrieron el 100 % de las recomendaciones diarias de consumo de estos nutrientes. **Conclusión:** las especies halladas como fuente de PUFAs y omega 3 en esta revisión las constituye en nuevas alternativas de consumo, contribuyendo al cubrimiento de las necesidades de los individuos en las comunidades.

**Palabras clave:** peces, ácidos grasos insaturados, ácido eicosapentaenoico, ácido docosahexaenoico.

1\* Autor de correspondencia. Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, UdeA. Cra. 75 N.º 65-87, Medellín-Colombia. acristina.atehortua@udea.edu.co

2 Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, UdeA. Cra. 75 N.º 65-87, Medellín-Colombia. claudia.velasquez@udea.edu.co

3 Grupo de Socioantropología de la alimentación, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, UdeA. Cra. 75 N.º 65-87, Medellín-Colombia. beatrizestella@gmail.com

**Cómo citar este artículo:** Atehortúa AC, Velásquez CM, López BE. Caracterización de diversas especies de peces como fuente de PUFAs y omega 3 según su perfil de ácidos grasos. *Perspect Nutr Humana*. 2017;19:93-108. DOI: 10.17533/udea.penh.v19n1a08

## Characterization of Diverse Fish Species as Sources of PUFAs and Omega-3 According to Their Fatty Acid Profile

### Abstract

**Background:** In recent years, studies focused on fish consumption as a source of polyunsaturated fatty acids (PUFAs), specifically long chain (DHA and EPA), have become garnered strength due to increasing evidence of various health protection and prevention effects. Salmon has been the most recommended. **Objective:** To identify the content of PUFAs and omega-3 in various species of fish through collection, revision, and selection of national and international studies on the fatty acid profile of fish and their subsequent classification according to Resolution 333 of Colombia and consumption recommendations of Codex Alimentarius and FAO-FINUT. **Results:** Tilapia, cachama, carpe, sardines, bass, and red tuna were classified as excellent sources of PUFAs. For LC-PUFAs, most were excellent sources, especially red tuna, cachama, salmon, anchovy, sardines, and yellow fin tuna. The majority covered 100% of daily consumption recommendations for these nutrients. **Conclusion:** The species found as a source of PUFAs and omega 3 in this review are new consumption alternatives, contributing to the coverage of community needs.

**Keywords:** Fishes, fatty acids, unsaturated, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid.

### INTRODUCCIÓN

La mayoría de las grasas están compuestas por triglicéridos, los cuales están conformados por ésteres de ácidos grasos y glicerol, de tal manera que los ácidos grasos representan gran parte de la composición de las grasas (1). Dentro de los grupos de ácidos grasos se encuentran los poliinsaturados (PUFAs), los cuales tienen efectos sobre la composición y función de las membranas celulares, la señalización celular, la regulación de la expresión genética y la síntesis de eicosanoides (2), cumpliendo así un papel fundamental en el adecuado desarrollo y funcionalidad del cerebro y del sistema nervioso central (3,4); en este grupo se encuentran algunos ácidos grasos que no pueden ser sintetizados por el organismo y por lo cual son catalogados como esenciales, ya que se deben ingerir en la dieta en una determinada cantidad y proporción entre ellos (5); estos son el ácido linolénico (omega 3) y el ácido linoléico (omega 6), los cuales a su vez son precursores para la síntesis de los LC-PUFAs mediante diversos procesos

enzimáticos, resultando el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido eicosapentaenoico (EPA) como metabolitos específicos del ácido linolénico; y el ácido araquidónico (ARA) metabolito del ácido linoléico (6).

Los PUFAs en su conjunto tienen beneficios en la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer de colon y enfermedades inmunológicas (7,8). El papel protector de enfermedades se debe a que estos se incorporan en las membranas celulares, donde actúan como precursores de tromboxanos, leucotrienos, prostaglandinas y prostaciclina (9), eicosanoides que tienen diferentes funciones según el PUFA del cual se deriven. Aquellos que provienen del ARA son potentes agentes proinflamatorios y mediadores del dolor, la fiebre y la permeabilidad vascular, mediante el estímulo de la liberación de citoquinas inflamatorias y el aumento de la actividad inmune (10). Por otro lado, los provenientes del EPA tienen también efectos vasoconstrictores y de agregación plaquetaria, pero son menos potentes que los derivados del ARA, siendo además catalogados como anti-

inflamatorios por una posible función antagónica (10,11). También se han asociado a la disminución de triglicéridos y colesterol sanguíneo y de la presión arterial, protegiendo así la salud cardiovascular (12).

El DHA, por su parte, tiene efectos antiinflamatorios e inhibe la producción de citoquinas proinflamatorias, independiente de la producción de eicosanoides (11); se encuentra principalmente en el cerebro, retina y espermatozoides (13), cumpliendo un rol importante en la neurogénesis y sinaptogénesis en los primeros dos años de vida, asociándose con una mejor agudeza visual y habilidad cognitiva (7,8); además, también se le atribuyen funciones neuroprotectoras en el envejecimiento cerebral, en enfermedades neurodegenerativas y en enfermedad cerebrovascular (14,15).

Sin embargo, la transformación de ácido alfa-linolénico (ALA) en DHA no es eficiente en el cuerpo humano, donde solo se metaboliza el 1 %, y el EPA entre un 0,2 a un 6 %, pues el organismo utiliza los PUFAs principalmente como fuente de energía (16,14); razón por la cual se recomienda el consumo directo de EPA y DHA a partir de sus principales fuentes como son los peces grasos tipo atún, jurel, salmón, entre otros (9,12).

Por lo anterior, es necesario reconocer qué especies de peces pueden aportar estos nutrientes en las cantidades adecuadas y recomendadas para la obtención de sus beneficios por parte de los individuos. Así, esta revisión tuvo como objetivo identificar el contenido de PUFAs y LC-PUFAs (EPA y DHA) de diferentes especies de peces y determinar si pueden ser consideradas fuente de estos ácidos grasos, mediante la recolección, revisión y selección de estudios realizados a nivel nacional e internacional acerca del perfil de ácidos grasos en estas especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La información reportada se obtuvo como resultado de la búsqueda en las bases de datos Pubmed, Lilacs, Scielo y Science Direct, ingresando las palabras clave: peces, PUFAs, perfil de ácidos grasos, EPA. Para la selección de cada artículo se tuvo como criterios de inclusión aquellos en los cuales los peces evaluados fueran silvestres (no cultivados), teniendo como muestra filetes en crudo sin discriminar el hábitat (agua dulce o salada).

La clasificación de los peces como excelente o buena fuente de PUFAs se realizó bajo los requisitos establecidos por el Ministerio de Salud y Protección Social en la Resolución 333 de 2011 (17) para rotulado y etiquetado nutricional en Colombia, que declara un alimento como “alto” o “excelente fuente de” cuando “al menos un 45 % de los ácidos grasos presentes en el alimento proceden de grasas poliinsaturadas y las grasas poliinsaturadas aportan más del 20 % del valor energético del producto” (p. 19). (Tabla 1). Para los omega 3 (EPA y DHA) se declara “alto” o “excelente fuente de” cuando por 100 g de alimento y por 100 kcal del alimento hay al menos 0,6 g de ácido alfa-linolénico, o al menos 80 mg de la suma de EPA y DHA; y es “fuente” o “buena fuente” cuando por 100 g y 100 kcal hay al menos 0,3 g de ácido alfa-linolénico, o al menos 40 mg de la suma de EPA y DHA (Tabla 2).

Respecto al cumplimiento del segundo criterio para grasas poliinsaturadas (que aporten más del 20 % del valor calórico total [VCT] del producto), se tomó como referencia que 100 g de parte comestible de pescado suministran en promedio 160 calorías (18,19).

### Diversas especies de peces como fuente de PUFAs y omega 3

**Tabla 1.** Contenido de grasa total, saturada, monoinsaturada y poliinsaturada, aporte calórico de las grasas poliinsaturadas y clasificación de la especie según el aporte de PUFAs en 100 g de parte comestible

Especie	GT (g)	% GS	% GM	% GP	% GP del VCT	Clasificación por % de GP*	Clasificación por % GP y % VCT**	% cubrimiento de PUFAs según FAO y FINUT	Referencia
Armadillo	2,53	46,4	28,9	24,7	3,5	No es fuente	No es fuente	268 %	Venezuela 1999 (49)
Bocachico	2,17	ND	70,4	29,6	3,6	No es fuente	No es fuente	500 %	Venezuela 1999 (49)
Cachama	6,15	30,6	ND	69,5	24,0	Excelente fuente	Excelente fuente	347,5 %	Venezuela 1999 (49)
Carpeta	2,73	49,0	ND	50,8	7,8	Excelente fuente	No es fuente	254 %	Venezuela 1999 (49)
Corvina	2,11	25,6	27,1	48,2	5,7	Excelente fuente	No es fuente	376,5 %	Venezuela 1999 (49)
Lisa	6,03	50,2	35,3	14,6	5,0	No es fuente	No es fuente	249,5 %	Venezuela 1999 (49)
Merluza	1,82	51,7	29,5	18,6	1,9	No es fuente	No es fuente	240,5 %	Venezuela 1999 (49)
Mero	1,68	40,0	43,8	16,5	1,6	No es fuente	No es fuente	301,5 %	Venezuela 1999 (49)
Pargo	1,12	37,1	29,0	34,0	2,1	No es fuente	No es fuente	315 %	Venezuela 1999 (49)
Róbalo	1,66	49,0	27,0	23,7	2,2	No es fuente	No es fuente	253,5 %	Venezuela 1999 (49)
Tilapia	2,26	6,5	13,9	80,4	10,2	Excelente fuente	No es fuente	471,5 %	Venezuela 1999 (49)
Trucha	1,50	29,3	37,7	33,0	2,8	No es fuente	No es fuente	353,5 %	Venezuela 1999 (49)
Atún rojo	5,64± 0,44	27,482	26,773	45,6	14,5	Excelente fuente	No es fuente	362 %	Italia 2014 (50)
Atún aleta amarilla	3,74 ± 0,52	37,7	18,7	43,0	9,0	No es fuente	No es fuente	308,5 %	Italia 2014 (50)
Albacora	4,70 ± 0,31	37,2	32,1	30,4	8,0	No es fuente	No es fuente	312,5 %	Italia 2014 (50)
Caballa del Atlántico	5,73 ± 0,47	33,5	40,3	25,8	8,3	No es fuente	No es fuente	330,5 %	Italia 2014 (50)
Anchoa	4,04 ± 0,20	31,6	31,7	38,1	8,7	No es fuente	No es fuente	349 %	Italia 2014 (50)
Sardina	4,63 ± 0,19	35,4	27,4	36,9	9,6	No es fuente	No es fuente	321,5 %	Italia 2014 (50))
Pez espada	4,58 ± 0,36	34,9	64,8	18,5	4,8	No es fuente	No es fuente	416,5 %	Italia 2014 (50)

Salmón	6,46 ± 0,71	30,3	32,2	37,3	13,6	No es fuente	No es fuente	347,5 %	Italia 2014 (50)
Aguja blanca	1,05 + -0,61	18,28	48,31	20,26	1,2	No es fuente	No es fuente	343 %	Brasil 2014 (51)
Aguja negra	1,21 ± 0,54	19,59	48,17	21,32	1,5	No es fuente	No es fuente	347 %	Brasil 2014 (51)
Sardina	9,03 ± 0,36	33,26	14,10	48,81	24,8	Excelente fuente	Excelente fuente	314,5 %	Brasil 2014 (51)
Caballa	1,96 ± 0,06	30,29	13,96	35,66	3,9	No es fuente	No es fuente	248 %	Brasil 2014 (51)
Bacoreta, bonito	1,32 ± 0,00	17,25	7,02	20,98	1,6	No es fuente	No es fuente	140 %	México 2013 (52))
Cabezona, corvinon ocelado	1,50 ± 0,00	18,91	16,63	17,50	1,5	No es fuente	No es fuente	171 %	México 2013 (52))
Ronco amarillo	1,52 ± 0,00	19,92	8,59	43,62	3,7	No es fuente	No es fuente	261 %	México 2013 (52))
Tolete	1,44 ± 0,00	19,99	10,36	16,79	1,4	No es fuente	No es fuente	136 %	México 2013 (52)
Lengua esbelta	1,17 ± 0,00	14,81	14,77	25,65	1,7	No es fuente	No es fuente	202 %	México 2013 (52)
Pez vela	0,98 ± 0,00	83,67	3,07	14,17	0,8	No es fuente	No es fuente	86 %	México 2013 (52)
Lairón	0,95 ± 0,00	13,11	10,39	15,84	0,8	No es fuente	No es fuente	131 %	México 2013 (52)
Mojarra rayada	1,13 ± 0,00	10,49	7,95	11,99	0,8	No es fuente	No es fuente	99 %	México 2013 (52)
Mojarra mancha negra	0,93 ± 0,00	21,15	12,11	14,86	0,8	No es fuente	No es fuente	135 %	México 2013 (52)
Tilapia de Mozambique	1,95 ± 0,00	28,69	21,67	15,10	1,7	No es fuente	No es fuente	184 %	México 2013 (52)
Marau	0,3 ± 0,0	46,9 ± 0,6	21,5 ± 0,2	31,6 ± 0,8	0,5	No es fuente	No es fuente	266 %	Chile 2000 (53)
Matuku	0,5 ± 0,0	54,0 ± 0,9	24,0 ± 0,9	22,0 ± 0,0	0,6	No es fuente	No es fuente	230 %	Chile 2000 (53)
Maito	0,7 ± 0,0	37,4 ± 0,3	31,0 ± 0,3	31,7 ± 0,1	1,2	No es fuente	No es fuente	314 %	Chile 2000 (53)
Mori	1,3 ± 0,1	35,1 ± 0,4	22,8 ± 0,9	42,5 ± 0,4	3,1	No es fuente	No es fuente	325 %	Chile 2000 (53)
Puia	1,7 ± 0,0	37,0 ± 0,3	20,6 ± 0,1	42,5 ± 0,4	4,1	No es fuente	No es fuente	316 %	Chile 2000 (53)
Raea	1,7 ± 0,0	42,7 ± 0,1	29,9 ± 0,7	27,5 ± 0,5	2,6	No es fuente	No es fuente	287 %	Chile 2000 (53)

### Diversas especies de peces como fuente de PUFAs y omega 3

Nanue	2,8 ± 0,0	49,6 ± 0,7	20,7 ± 0,5	29,7 ± 1,1	4,7	No es fuente	No es fuente	252 %	Chile 2000 (53)
Marari	3,6 ± 0,1	39,2 ± 0,6	23,3 ± 0,3	37,6 ± 0,9	7,6	No es fuente	No es fuente	305 %	Chile 2000 (53)
Salmón rey	21,61 ± 3,84	27,97 ± 1,53	43,8 ± 0,03	28,23 ± 0,3	34,3	No es fuente	No es fuente	360 %	Nueva Zelanda 2010 (54)

GT: grasa total, GS: grasa saturada, GM: grasa monoinsaturada, GP: grasa poliinsaturada. Los valores de GS, GM y GP son del total de grasa de la especie.

\*Bajo el criterio de la Resolución 333/2011 del Ministerio de Salud y Protección Social "al menos un 45 % de los ácidos grasos presentes en el alimento proceden de grasas poliinsaturadas".

\*\*Bajo los dos criterios de la Resolución 333/2011 del Ministerio de Salud y Protección Social "al menos un 45 % de los ácidos grasos presentes en el alimento proceden de grasas poliinsaturadas y las grasas poliinsaturadas aportan más del 20 % del valor energético del producto".

\*\*\* Los datos reportados en la tabla con ± corresponden a valores promedios ± desviación estándar.

**Tabla 2.** Contenido de EPA y DHA y la clasificación de la especie según el contenido de EPA+DHA en 100g de parte comestible

Especie	DHA (mg)	EPA (mg)	EPA+DHA (mg)	Clasificación por Resolución 333/2011	Cubrimiento por Codex Alimentarius	País/Referencia
Armadillo	ND	32,89	32,89	No es fuente	13 %	Venezuela 1999 (49)
Bocachico	ND	162,75	162,75	Excelente fuente	65 %	Venezuela 1999 (49)
Cachama	615	1205,4	1820,4	Excelente fuente	728 %	Venezuela 1999 (49)
Carpeta	262,08	120,12	382,2	Excelente fuente	153 %	Venezuela 1999 (49)
Corvina	576,03	48,53	624,56	Excelente fuente	250 %	Venezuela 1999 (49)
Lisa	156,78	259,29	416,07	Excelente fuente	166 %	Venezuela 1999 (49)
Merluza	ND	ND	-	-	0,0	Venezuela 1999 (49)
Mero	196,56	52,08	248,64	Excelente fuente	100 %	Venezuela 1999 (49)
Pargo	260,96	62,72	323,68	Excelente fuente	129 %	Venezuela 1999 (49)
Róbalo	ND	ND	-	-	0,0 %	Venezuela 1999 (49)
Tilapia	113	122,04	235,04	Excelente fuente	94 %	Venezuela 1999 (49)
Trucha	276	30	306	Excelente fuente	122 %	Venezuela 1999 (49)
Atún rojo	1520	790	2310	Excelente fuente	924 %	Italia 2014 (50)
Atún aleta amarilla	1280	140	1420	Excelente fuente	568 %	Italia 2014 (50)
Albacora	1040	220	1260	Excelente fuente	504 %	Italia 2014 (50)
Caballa del Atlántico	850	240	1090	Excelente fuente	436 %	Italia 2014 (50)
Anchoa	910	540	1450	Excelente fuente	580 %	Italia 2014 (50)
Sardina	920	510	1430	Excelente fuente	572 %	Italia 2014 (50)
Pez espada	650	110	760	Excelente fuente	304 %	Italia 2014 (50)
Salmón	1190	380	1570	Excelente fuente	628 %	Italia 2014 (50)
Aguja blanca	-	-	163,065	Excelente fuente	65 %	Brasil 2014 (51)
Aguja negra	-	-	202,191	Excelente fuente	81 %	Brasil 2014 (51)

Sardina	-	-	420,858	Excelente fuente	168 %	Brasil 2014 (51)
Caballa	-	-	687,176	Excelente fuente	273 %	Brasil 2014 (51)
Bacoreta, bonito	-	-	215,60	Excelente fuente	86 %	Brasil 2014 (51)
Cabezona, corvinon ocelado	-	-	128,20	Excelente fuente	51 %	México 2013 (52)
Ronco amarillo	-	-	506,10	Excelente fuente	202 %	México 2013 (52)
Tolete	-	-	179,40	Excelente fuente	71 %	México 2013 (52)
Lengua esbelta	-	-	235,40	Excelente fuente	94 %	México 2013 (52)
Pez vela	-	-	103,90	Excelente fuente	41 %	México 2013 (52)
Lairón	-	-	108,20	Excelente fuente	43 %	México 2013 (52)
Mojarra rayada	-	-	72,70	Buena fuente	29 %	México 2013 (52)
Mojarra mancha negra	-	-	79,70	Buena fuente	32 %	México 2013 (52)
Tilapia de Mozambique	-	-	85,70	Excelente fuente	34 %	México 2013 (52)
Marau	29,4 ± 0,6	6,9 ± 0,4	36,3	No es fuente	15 %	Chile 2000 (53)
Matuko	5,0 ± 0,3	12,3 ± 1,1	17,3	No es fuente	7 %	Chile 2000 (53)
Maito	76,9 ± 1,7	8,4 ± 0,8	85,3	Excelente fuente	34 %	Chile 2000 (53)
Mori	80,1 ± 5,5	100,1 ± 5,5	180,2	Excelente fuente	72 %	Chile 2000 (53)
Puia	100,0 ± 4,8	142,8 ± 3,6	242,8	Excelente fuente	97 %	Chile 2000 (53)
Raea	89,2 ± 3,6	48,8 ± 3,6	138,0	Excelente fuente	55 %	Chile 2000 (53)
Nanue	191,5 ± 5,0	191,5 ± 5,0	309,9	Excelente fuente	124 %	Chile 2000 (53)
Marari	230,0 ± 9,7	343,4 ± 9,7	573,4	Excelente fuente	230 %	Chile 2000 (53)
Lairón	-	-	108,19 ± 2,80	Excelente fuente	43 %	México 2012 (25)
Lengua	-	-	235,32 ± 25,18	Excelente fuente	94 %	México 2012 (25)
Mojarra de Nayarit	-	-	79,64 ± 1,26	Buena fuente	32 %	México 2012 (25)
Pinto	-	-	142,98 ± 14,23	Excelente fuente	57 %	México 2012 (25)
Ronco amarillo	-	-	506,50 ± 63,10	Excelente fuente	202 %	México 2012 (25)
Salmón chileno	-	-	1381,53 ± 50,98	Excelente fuente	552 %	México 2012 (25)
Tilapia	-	-	85,75 ± 16,17	Excelente fuente	34 %	México 2012 (25)
Tolete	-	-	179,39 ± 59,04	Excelente fuente	72 %	México 2012 (25)
Vela	-	-	103,96 ± 3,18	Excelente fuente	42 %	México 2012 (25)
Salmón rey	1360	1050	2410	Excelente fuente	964 %	Nueva Zelanda 2010 (54)

El cumplimiento de la recomendación de consumo de PUFAs según las cantidades recomendadas a nivel internacional se realizó con base en la consulta de expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Federación Iberoamericana de Nutrición (FINUT) en el 2012, que publicó como valor mínimo recomendado de ingesta de PUFAs el 6 % de la energía total/día para un individuo, con el fin de contribuir a la disminución del colesterol total y del colesterol de las Lipoproteína de Baja Densidad (LDL) e incrementar el colesterol de las Lipoproteína de Alta Densidad (HDL), este informe consideró además como consumo alto de PUFAs, con el cual puede producirse peroxidación lipídica, aquel superior al 11 % de la energía total/día, especialmente cuando la ingesta de tocoferol es baja. Por tanto, el intervalo recomendable para los PUFAs es 6-11 % de la energía total/día para un individuo (20).

Para efectos de esta revisión se tomó un valor de 8 % de la energía total de una dieta con un aporte calórico de 2300 calorías/día (el promedio calórico para un individuo con peso saludable), es decir, el 8 % de 2300 calorías/día corresponde a 180 calorías, estas se deben dividir por 9, que es el equivalente calórico de 1 g de grasa, dando como resultado 20 g de grasa/día de PUFAS (Tabla 1).

Para identificar cuáles de las especies estudiadas podían cubrir por lo menos la tercera parte de la recomendación nutricional respecto a LC-PUFAs según normatividad internacional, se tomó la recomendación del Codex Alimentarius (21), el cual establece 0,250 g diarios de EPA+DHA (250 mg/día de ambos) para los varones adultos y las mujeres adultas no embarazadas ni lactantes, cantidad que parece ser suficiente para la prevención primaria de enfermedades cardiovasculares en sujetos sanos (Tabla 2).

Teniendo en cuenta las unidades de medida para establecer la clasificación: grasa poliinsaturada en % de la grasa total y EPA+DHA en miligramos por 100 g de pescado, se realizaron conversiones en aquellos artículos en los cuales el reporte de estos nutrientes estaban expresados en unidades diferentes.

Todos los aportes de ácidos grasos reportados en las tablas 1 y 2 están dados en 100 g de parte comestible de pescado.

## RESULTADOS

El porcentaje de grasa saturada es mayor en el pez vela (83,67 %), el matuko (54,0 ± 0,9 %), la merluza (51,7 %) y la lisa (50,2 %); seguidos de especies como el armadillo, la carpeta, el róballo, el marau y el nanue con valores entre el 45 y el 50 %. La tilapia (6,5 %), la mojarra rayada (10,49 %), el lairón (13,11 %) y la lengua esbelta (14,81 %) son las especies con menor contenido.

El pez espada, con un 64,8 % de grasa monoinsaturada, es la especie con mayor contenido, seguido de la aguja blanca (48,31 %), la aguja negra (48,17 %) y el salmón rey (43,8 %). Por el contrario, el pez vela, la bacoreta, la mojarra rayada y el ronco amarillo son aquellas especies con menor contenido, teniendo 3,07 %, 7,02 %, 7,95 % y 8,59 % respectivamente.

Con relación al contenido de PUFAS según la Resolución 333/2011 de Colombia bajo el criterio de que al menos un 45 % de los ácidos grasos presentes en el alimento proceden de grasas poliinsaturadas, como excelente fuente se encuentran la tilapia con un 80,4 %, la cachama con 69,5 %, la carpeta con 50,8 %, la sardina con un 48,8 %, la corvina con 48,2 % y por último el atún rojo con un 45,6 %.

Sin embargo, para el cumplimiento de los dos criterios de la normatividad nacional, solo se clasifican como excelente fuente la sardina por presentar el 48,8 % de PUFAs y aportar el 24,8 % del VCT desde estos, y la cachama por presentar el 69,5 % de PUFAs, y estos representan el 24,0 % del VCT.

La tabla 2 reporta la cantidad de EPA+DHA en 100 g parte comestible de pescado y su clasificación, en cada una de las especies, de las cuales la mayoría se clasificó como excelente fuente, según la Resolución 333/2011, siendo el atún rojo (2310 mg), la cachama (1820,4 mg), el salmón común (1570 mg), la anchoa (1450 mg), la sardina (1430 mg), el atún aleta amarilla (1420 mg), el salmón chileno (1381,5 mg), la albacora (1260 mg) y la caballa del Atlántico (1090 mg) las especies que reportaron mayor cantidad; tres especies se clasificaron como buena fuente: la mojarra mancha negra (79,7 mg), la mojarra de nayarit (79,6 mg) y la mojarra rayada (72,7 mg).

La cachama, el atún rojo y la sardina se clasificaron como excelente fuente según Resolución 333/2011 de PUFAs y fueron simultáneamente las especies con mayor cantidad de EPA y DHA superando los 1000 mg.

Con relación al contenido de PUFAs, la mayoría de los recursos pesqueros que reportan las investigaciones cubren más del 100 % de la recomendación de la FAO y la FINUT (asumida en este trabajo como al menos 8 % del valor calórico total) en una porción de 100 g de parte comestible, destacándose especies como el bocachico (500 %), la tilapia (471,5 %), el pez espada (416,5 %), la corvina (376,5 %), el atún rojo (362 %), el salmón rey (360 %) y la trucha (353,5 %). Solo dos especies no cubren el 100 % de lo recomendado, pero sí más del 75 %: el pez vela (86 %) y la mojarra rayada (99 %).

Respecto a la recomendación de omega 3 (EPA+DHA) según el Codex Alimentarius, la mayoría de las especies cubren más del 30 % de la recomendación internacional, destacándose especies que cubren más del 400 %: el salmón rey (964 %), el atún rojo (924 %), el bocachico (728 %), el salmón (628 %), la anchoa (580 %), la sardina (572 %), el atún aleta amarilla (568 %), el salmón chileno (552 %), la albacora (504 %) y la caballa del Atlántico (436 %); otras cubren entre el 50 y el 80 % de la recomendación diaria: la puia (97 %), la lengua (94 %), la tilapia (94 %), la aguja negra (81 %), el mori (72 %), el tolete (72 %), el bocachico (65 %), la aguja blanca (65 %), la raea (55 %), el pinto (57 %) y la bacoreta bonito (51 %); otras cubren entre el 30 y el 49 %: el lairon (43 %), la vela (42 %), el mozambique (34 %), la tilapia (34 %), el maito (34 %), la mojarra mancha negra (32 %), la mojarra de Nayarit (32 %); y se encontró que solo cuatro especies no alcanzan a cubrir el 30 %: el matuko (7 %), el pez armadillo (13 %), el marau (15 %) y la mojarra rayada (29 %).

## DISCUSIÓN

El salmón es una de las especies marinas más reconocidas mundialmente por su aporte de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga como el EPA y DHA (22), y es considerado el pez con mayor aporte de estos dos últimos. Chile es el primer exportador de esta especie, y tiene al salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y al salmón del Pacífico o chileno (salmón coho) como las dos variedades más importantes (23,24), las cuales tienen un contenido en EPA y DHA de 1570 mg y 1381,5 mg respectivamente (25).

No obstante, los resultados obtenidos en esta revisión (Tabla 1) evidencian que otros peces son también buena y excelente fuente de ácidos (PUFAs y LC-PUFAs) al superar el 45 % de contenido de

PUFAs, y al aportar el 20 % o más de las calorías en forma de estos, además de cubrir hasta el 100 % y más de la recomendación diaria según el Codex Alimentarius.

Los peces que representan mayor fuente de PUFAs de acuerdo con la Resolución 333 para Colombia son la tilapia, la cachama, la carpeta, la sardina, la corvina y el atún rojo al superar el 45 % de su grasa en forma de ácidos grasos poliinsaturados, sin embargo, esta normatividad no tiene como único requisito estos valores, pues para que un pez sea excelente o buena fuente de PUFAs, debe adicionalmente aportar el 20 % del VCT a partir de estos ácidos grasos, y en esta revisión solo dos especies cumplieron ambos requisitos: la cachama y la sardina, pues son las especies que mayor cantidad de grasa total contienen: 6,1 g y 9,0 g respectivamente, comparadas con la tilapia, que a pesar de tener un valor superior de 80,4 % de PUFAs solo contiene 2,2 g de grasa. Sin embargo, a pesar de no cumplir este requisito, sí cumple con la recomendación de la FAO y la FINUT según la cual todos los recursos que se incluyeron en esta revisión cubren entre un 100 % y un 500 % de los PUFAs y solo dos especies no cubren el 100 % pero sí más del 75 %.

Con relación a los LC-PUFAs, estas especies representan un muy buen aporte de estos ácidos grasos (entre el 30 % y 900 %) y solo cuatro no alcanzan a cubrir el 30 % de la recomendación internacional, por consiguiente, a nivel internacional es claro que el salmón no es el único recurso pesquero con buen aporte de estos ácidos grasos.

De igual forma, debe tenerse en cuenta que la cantidad de PUFAs contenidos en los peces no son reflejo de la calidad de sus ácidos grasos, es decir, el hecho de que una especie tenga un alto porcentaje de PUFAs no significa que sea proporcional al contenido de ácido linoléico y LC-PUFAs como

el EPA y DHA; este es el caso de la tilapia, que en esta revisión fue la especie con mayor contenido de PUFAs (80,4 %) y menor contenido de ácidos grasos saturados (AGS) (6,5 %) pero en cuanto a EPA y DHA, a pesar de ser fuente de estos, su valor es menor (235,0 mg) con respecto a otras especies como el atún rojo, la cachama, la anchoa, el atún aleta amarilla, la sardina, la caballa del Atlántico, el salmón común y el chileno, los cuales presentaron valores superiores a 1000 mg. Además, en el caso de los PUFAs, la mayoría de las especies no fueron clasificadas como fuente de estos, pero al momento de hacer su clasificación de EPA y DHA son excelente fuente, a excepción del armadillo, el marau y el matuko que no son fuente de ninguno de los dos y que a su vez, el mayor porcentaje de su grasa total proviene de AGS, esta consideración es válida también al compararse con la normatividad del Codex, según la cual muchas especies cubren menos del 100 % de los LC-PUFAs; sin embargo, su aporte se puede clasificar como muy bueno, pues alcanzan a cubrir una tercera parte de la recomendación.

Adicionalmente, se identificó que la mayoría de los peces revisados según la Resolución 333 son excelente fuente de omega 3 (EPA y DHA) como el atún rojo, la cachama, el salmón común, la anchoa, la sardina, el atún aleta amarilla, la albacora, el salmón chileno y la caballa del Atlántico, los cuales tienen valores superiores a los 1000 mg, teniendo también como opción especies como la tilapia, la corvina, la trucha, el atún rojo, la aguja blanca, la aguja negra, la bacoreta, la lengua esbelta, el lairón, la tilapia de Mozambique y el salmón rey, las cuales a pesar de tener menos de 1000 mg siguen siendo una excelente fuente de omega 3 y aportan valores menores al 30 % de AGS, comparadas con las especies de más de 1000 mg que aportan entre el 30 % y el 35 % de estos ácidos grasos.

Esta revisión permite diversificar las alternativas de consumo de peces con el objetivo de cumplir las recomendaciones del consumo de PUFAs de 2 g/día de ácido linoléico aportando un 0,5-2 % del valor calórico total y 250 mg/día de EPA y DHA (26,20). Por otro lado, la American Heart Association recomienda un consumo de diversos tipos de pescados al menos 2 veces por semana; en personas sanas y en aquellas diagnosticadas con enfermedad coronaria el consumo debe ser de aproximadamente 1 g/día de EPA+DHA preferiblemente a partir de pescados (27), lo cual coincide con la Japan Society for Lipid Nutrition que recomienda para la población japonesa en general el mismo consumo de EPA+DHA (28); en el caso de las mujeres en periodo de gestación, la OMS recomienda un consumo de 2,4 g de omega 3/día (20), bajo esta consideración y con la revisión realizada se puede decir que el consumo de una porción de 100 g de pescados como atún rojo, bocachico, anchoa, sardina, atún aleta amarilla, albacoca, caballa del Atlántico, entre otros descritos en la tabla 2, puede cubrir esta recomendación nutricional para personas con enfermedad coronaria y mujeres en periodo de gestación.

En las aguas colombianas habitan aproximadamente 2000 especies marinas y estuarinas, de las cuales el Caribe cuenta con 990 especies de peces y el Pacífico con 806; de estas 2000 especies, 449 especies de peces se consideran de importancia comercial actual o potencial. Referente a los peces dulceacuícolas, el país posee 1435 especies nativas, las cuales representan a nivel global el 5 % y en Latinoamérica el 29 % aproximadamente de todas las especies reconocidas actualmente (29).

Sin embargo, a pesar de tener esta gran variedad, según la Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN) 2010, el 61,1 % de los colombianos consume pescado o mariscos una vez por mes y

solo el 26,9 % los consume semanalmente (30), situación que puede fundamentarse en que el acceso al consumo de diversos alimentos depende de la capacidad adquisitiva de los mismos, y está condicionada por el perfil económico, demográfico y social de la población (31), un ejemplo de ello son las poblaciones costeras y ribereñas, las cuales, al tener un acceso bajo a carnes rojas y pollo, presentan un 90 % del consumo de proteína de origen animal a partir de pescado (29), indicando finalmente que de manera general la compra de peces está orientada a elegir aquellos de menor precio, de ahí la importancia de disponer de nuevas alternativas de consumo que brinden a la población los mismos beneficios nutricionales que aquellas especies importadas y con precios elevados, en un país en el que el 42,7 % de sus habitantes se encuentra en inseguridad alimentaria (30).

Esta situación no es muy diferente a nivel mundial, donde el consumo per cápita de pescado está en promedio en 3 kg por año (8 g/día) en los países con consumo bajo y 40 kg/año (111 g/día) en aquellos en los cuales el consumo es bueno (32); es adecuado aclarar que la ingesta baja de pescado es más representativa en la mayoría de países, lo cual está directamente relacionado con el consumo de PUFAs y LC-PUFAs, indicando que en general la población mundial también tiene una baja ingesta de estos nutrientes a partir de este alimento.

Se han adoptado otras opciones para el consumo de los LC-PUFAs, como el uso de productos encapsulados, que en general contienen entre 500 y 1000 mg de aceite de pescado cuyo aporte de EPA+DHA es en promedio de 250 a 300 mg dependiendo de la fuente de la que provengan (33). En muchos países los suplementos a base de omega 3, 6 y 9 vienen en un rápido crecimiento como una forma de impulsar la salud cardiovascular (34), un ejemplo claro es el de Estados Unidos,

donde estos suplementos son los de más consumo común en la población adulta y los segundos más consumidos en los niños (35). Sin embargo, diversos estudios reportan que los LC-PUFAs consumidos de manera natural a través del pescado tienen una mejor disponibilidad, pues este ácido se comporta como un vehículo más eficiente (36).

Los aceites de pescado contenidos en las cápsulas de omega 3 están compuestos principalmente por triglicéridos, los cuales tienen como característica principal su condición apolar al contener mayor cantidad de ácidos grasos y por esta razón no pueden ser directamente incorporados en matrices principalmente acuosas, haciendo que su uso como vehículo de suplementación de LC-PUFAs sea muy limitado (37). También debe tenerse en cuenta la posibilidad de que algunos de los encapsulados que se encuentran en el mercado declaren una cantidad de EPA y DHA en su etiqueta que puede no coincidir con su contenido real, pues estos productos son susceptibles a la isomerización térmica y a la degradación oxidativa de sus ácidos grasos (38). Además, se ha encontrado en estudios experimentales con animales que su consumo en dosis farmacológicamente excesivas puede causar a la descendencia el albergue de patobiontes intestinales y alterar la homeostasis de las células inmunitarias, lo cual, sumado a una flora pobre en bacterias benéficas, podría desencadenar en el desarrollo de enfermedades crónicas como la diabetes, la obesidad y el síndrome metabólico (39).

En el estudio realizado por Harris et al. (40), se comparó el efecto del consumo de omega 3 a partir de pescado y en forma encapsulada, y se encontró un aumento significativo de EPA y DHA en eritrocitos y fosfolípidos plasmáticos después de 16 semanas, siendo más rápido el aumento en el grupo que consumió pescado; caso similar al encontrado por Visoli F. et al. (41), en el cual se

evaluó el aumento de omega 3 en plasma en consumo de pescado comparado con el de cápsulas de aceite de pescado, y se concluyó que es más efectiva la incorporación de EPA y DHA en los lípidos de plasma cuando el omega 3 proviene de pescado que cuando es administrado en cápsulas. Adicionalmente, según los resultados de Rajiv Chowdhury et al. (42), la ingesta dietaria de LC-PUFAs se encuentra asociada con menor riesgo de enfermedad coronaria, mientras que sugieren que la suplementación de ácidos grasos omega 6 y 3 no producen una reducción estadísticamente significativa en el riesgo de las mismas, y a su vez reportan efectos limitados en la suplementación de estos ácidos grasos sobre la enfermedad en mención.

Por otro lado, en la investigación sistemática realizada por Yu Zhang et al. (43), la cual tuvo como objetivo determinar la asociación entre la ingesta de pescados y PUFAs y el riesgo de deterioro cognitivo leve o severo, se concluyó que los productos de la pesca se recomiendan como fuentes de estos nutrientes y estos se asocian con un menor riesgo de deterioro cognitivo, además el DHA derivado de peces se asoció con menor riesgo de demencia y Alzheimer, pero sin una relación dosis-respuesta.

*Las Guías colombianas de cardiología* afirman que los omega 3 provenientes de peces han mostrado su eficacia en la prevención primaria y reducción de problemas cardiovasculares, con asociación directamente proporcional al número de peces consumidos por semana y también en la mortalidad total coronaria y muerte súbita en la prevención secundaria; además, concluyen que en prevención primaria no hay suficiente evidencia científica que permita recomendar el uso de formas farmacéuticas de EPA y DHA y, en caso de hacerse, debe ser bajo supervisión médica (44).

Si bien es importante el consumo de omega 3 por todos los beneficios en salud anteriormente mencionados, debe tenerse en cuenta la importancia de una relación adecuada entre este y el omega 6, la cual debe ser menor de 10:1 (omega 6/omega 3), pues en niveles superiores puede traer consecuencias negativas (45), entre ellas el riesgo de obesidad mediante mecanismos de adipogénesis e inflamación sistémica, pues los metabolitos del ácido araquidónico juegan roles importantes en la maduración de los adipocitos (46). Este hallazgo es una razón más para incentivar el consumo de pescado, pues generalmente la relación de consumo de los omegas está por encima de lo recomendado (47), lo cual puede ser un riesgo, pues la población mundial ente los 18 y 64 años cada vez presenta mayor prevalencia de obesidad y sobrepeso (30). De esta manera, al consumir pescado se reduce el riesgo de obesidad y consecuentemente el padecimiento de enfermedades cardiovasculares asociadas a la misma.

## CONCLUSIONES

La tendencia mundial a la producción y consumo de peces propende a aumentar sustancialmente

(48); peces como el atún rojo, la anchoa, la sardina, el atún aleta amarilla, la albacora, la caballa del Atlántico, la tilapia, la cachama, la carpeta y la corvina son fuente de PUFAs y omega 3, según lo hallado en esta revisión, lo que los constituye en nuevas alternativas de consumo de estos nutrientes, contribuyendo al cubrimiento de las necesidades de los individuos en las comunidades.

Se recomienda realizar estudios acerca del perfil de ácidos grasos de los peces característicos de las regiones, de manera que se puedan dar indicaciones de consumo según las especies propias de cada país.

## AGRADECIMIENTOS

A la Gobernación de Antioquia-Secretaría de Agricultura, Universidad de Antioquia, Universidad del Estero y Sistema General de Regalías como entes financiadores, igualmente a todas las instituciones, grupos de investigación y personas que apoyaron en algún momento este proyecto: grupos GISMAC y ELICE, AUNAP, Dr. Alexander Taborda Marín, Msc. Alejandro Sandoval, Dra. Jenny Leal.

## Referencias

1. Ros E, López-Miranda J, Picó C, Rubio MÁ, Babio N, Sala-Vila A, et al. Consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta; postura de la Federación Española de Sociedades de Alimentación, Nutrición y Dietética (FESNAD). *Nutr Hosp*. 2015;32(2):435-77. DOI: 10.3305/nh.2015.32.2.9202
2. Benatti P, Peluso G, Nicolai R, Calvani M. Polyunsaturated fatty acids: biochemical, nutritional and epigenetic properties. *J Am Coll Nutr*. 2004;23(4):281-302.
3. Schuchardt JP, Huss M, Stauss-Grabo M, Hahn A. Significance of long-chain polyunsaturated fatty acids (PUFAs) for the development and behaviour of children. *Eur J Pediatr*. 2010;169(2):149-64. DOI: 10.1007/s00431-009-1035-8
4. Campoy C, Escolano-margarit V, Anjos T, Szajewska H, Uauy R. Omega 3 fatty acids on child growth, visual acuity and neurodevelopment. *Br J Nutrition*. 2012;107(2):S85-106. DOI: 10.1017/S0007114512001493
5. Reardon J. North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Food and Drug Protection Division. North Carolina Dep Agric Consum Serv. 2007;(919):1-4.

### Diversas especies de peces como fuente de PUFAs y omega 3

6. Silveira-Rodríguez MB, Monereo Megías S, Molina Baena B. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos? *Rev Esp Salud Publica*. 2003;77(3):317-31.
7. Castro-González MI, Ojeda VA, Montañó BS, Ledesma CE, Pérez-Gil RF. Evaluación de los ácidos grasos n-3 de 18 especies de pescados marinos mexicanos como alimentos funcionales. *Arch Latinoam Nutr*. 2007;57(1):85-93.
8. Swanson D, Block R, Mousa SA. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: Health benefits throughout life. *Adv Nutr*. 2012;3:1-7. DOI: 10.3945/an.111.000893
9. Carrero JJ, Martín-Bautista E, Baró L, Fonollá J, Jiménez J, Boza JJ, et al. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutr Hosp*. 2005;20(1):63-9.
10. Valenzuela R, Tapia G, González EM, Valenzuela A. Omega 3 fatty acids (EPA and DHA) and its application in diverse clinical situations. *Rev Chil Nutr*. 2011;38(3):356-67. DOI: 10.4067/S0717-75182011000300011
11. Layé S. Polyunsaturated fatty acids, neuroinflammation and well being. Prostaglandines, Leukot Essent Fat acids. 2010;82(4-6):295-303. DOI:10.1016/j.plefa.2010.02.006
12. Valenzuela R, Morales G, González M, Morales J, Sanhueza J, Valenzuela A. Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga  $\omega$ -3 y enfermedad cardiovascular. *Rev Chil Nutr*. 2014;41(3):319-27. DOI:10.4067/S0717-75182014000300014
13. Picq M, Chen P, Perez M, Michaud M, Véricel E, Guichardant M, et al. DHA Metabolism: Targeting the brain and lipoxygenation. *Mol Neurobiol*. 2010;42(1):48-51. 10.1007/s12035-010-8131-7
14. Valenzuela R, Morales J, Sanhueza J, Valenzuela A. Ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso esencial a nivel cerebral. *Rev Chil Nutr*. 2013;40(4):383-90. DOI:10.4067/S0717-75182013000400009
15. Gil-Campos M, Dalmau Serra J. Importancia del ácido docosahexaenoico (DHA): funciones y recomendaciones para su ingesta en la infancia. *An Pediatr*. 2010;73(3):142.e1-142.e8. DOI:10.1016/j.anpedi.2010.03.019
16. Morales J, Valenzuela R, González D, González M, Tapia G, Sanhueza J, et al. Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico: una visión crítica. *Rev Chil Nutr*. 2012;39(3):79-87. DOI: 10.4067/S0717-75182012000300012
17. Ministro E, Nacional S, Andina C. Ministerio de la Protección Social Resolución N.o 00000333 DE 2011 (Febrero 10).
18. INCAP, OPS. Tabla de composición de alimentos de centroamérica. 2012; 28-29.
19. Peña GM. Tabla de composición de alimentos. 1991;24-26.
20. FAO, FINUT. Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos. Estudio FAO alimentación y nutrición. 2008;1-204.
21. FAO F. Codex Alimentarius Commissione. 2015;3:1-17.
22. Henriques J, Dick JR, Tocher DR, Bell JG. Nutritional quality of salmon products available from major retailers in the UK: content and composition of n-3 long-chain PUFA. *Br J Nutr*. 2014;112(6):964-75. DOI: 10.1017/S0007114514001603
23. Sprague M, Dick JR, Tocher DR. Impact of sustainable feeds on omega-3 long-chain fatty acid levels in farmed Atlantic salmon, 2006-2015. *Nat Publ Gr*. 2016;6(21892):1-9. DOI: 10.1038/srep21892
24. Valenzuela A, Sanhueza J. Aceites de origen marino; su importancia en la nutrición y la ciencia de los alimentos. *Rev Chil Nutr*. 2009;36(3):246-57. DOI: 10.4067/S0717-75182009000300007
25. Castro-González MI, Maafs-Rodríguez AG, Pérez-Gil 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 Latinoam Nutr*. 2012;62(2):127-36.
26. Authority EFS. Labelling reference intake values for n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids. *EFSA J*. 2009;1176:1-11. DOI: 10.2903/j.efsa.2009.1176

27. Lichtenstein AH, Appel LJ, Brands M, Carnethon M, Daniels S, Franch HA, et al. Diet and lifestyle recommendations revision 2006: A scientific statement from the American heart association nutrition committee. *Circulation*. 2006;114(1):82-96. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.176158
28. Hamazaki T, Ocuyma H. The Japan Society for Lipid Nutrition recommends to reduce the intake of linoleic acid. A review and critique of the scientific evidence. *World Rev Nutr Diet*. 2003;92:109-32.
29. Colombia M de A y desarrollo rural, FAO O de las NU para la A y la A. Pesca en cifras; 2014.
30. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010. ENSIN. 2011;1-512.
31. Vázquez D, Villezca P. Forma funcional y modelos de respuesta censurada en el análisis del consumo de atún, de pescados y mariscos en los hogares del Área Metropolitana de Monterrey. *Ensayos*. 2000;19(2):85-120.
32. FAO. Food balance sheet of fish and fishery products in live weight and fish contribution to protein supply; 2013:8-13.
33. Valenzuela A, Valenzuela R. Ácidos grasos omega-3 en la nutrición ¿cómo aportarlos? *Rev Chil Nutr*. 2014;41(2):205-11. DOI: 10.4067/S0717-75182014000200012
34. González F. «Fiebre» por consumo de vitaminas. *El Tiempo*, Colombia: 2014, octubre 31.
35. Barnes PM, Bloom B, Nahin RL. Complementary and alternative medicine use among adults and children: United States, 2007. *Natl Health Stat Report*. 2008;(12):1-23.
36. Piñeiro-Corrales G, Lago N, Culebras-Fernández JM. Papel de los ácidos grasos omega-3 en la prevención de enfermedades cardiovasculares. *Nutr Hosp*. 2013;28(1):1-5. DOI: 10.3305/nh.2013.28.1.6312
37. Valenzuela A, Valenzuela R, Sanhueza J, de la Barra F, Morales G. Fosfolípidos de origen marino: una nueva alternativa para la suplementación con ácidos grasos omega-3. *Rev Chil Nutr*. 2014;41(4):433-38. DOI: 10.4067/S0717-75182014000400013
38. Srigley CT, Rader JL. Content and composition of fatty acids in marine oil omega-3 supplements. *J Agric Food Chem*. 2014;62(29):7268-78. DOI: 10.1021/jf5016973
39. Gibson DL, Gill SK, Brown K, Tasnim N, Ghosh S, Innis S, et al. Maternal exposure to fish oil primes offspring to harbor intestinal pathobionts associated with altered immune cell balance. *Gut Microbes*. 2015;6(1):24-32. DOI: 10.1080/19490976.2014.997610
40. Harris WS, Pottala J V, Sands SA, Jones PG. Comparison of the effects of fish and fish-oil capsules on the n – 3 fatty acid content of blood cells and plasma phospholipids. *Am J Clin Nutr*. 2007;86(6):1621-25.
41. Visioli F, Risé P, Barassi MC, Marangoni F, Galli C. Dietary intake of fish vs. formulations leads to higher plasma concentrations of n–3 fatty acids. *Lipids*. 2003;38(4):415-18.
42. Chowdhury R, Warnakula S, Crowe F, Ward HA, Johnson L, Franco OH, et al. Association of Dietary, Circulating, and Supplement Fatty Acids With Coronary Risk : A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med*. 2014;160(6):398-406. DOI: doi: 10.7326/M13-1788
43. Zhang Y, Chen J, Qiu J, Li Y, Wang J, Jiao J. Intake of fish and polyunsaturated fatty acids and mild-to-severe cognitive impairment risks: a dose-response meta-analysis of 21 cohort studies. *Am J Clin Nutr*. 2016;103(2):330-40. DOI: 10.3945/ajcn.115.124081
44. D' Achiardi R, Echeverri J, Jara B, Merchán A, Molina D, Sánchez G, et al. Guías colombianas de cardiología ¿Qué debe saber un médico sobre los ácidos grasos omega-3? *Rev Colomb Cardiol*. 2009;16(1):1-27.
45. Simopoulos AP. The importance of ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*. 2002;56(8):365-79.

### Diversas especies de peces como fuente de PUFAs y omega 3

46. Simopoulos AP. An Increase in the omega-6 / omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*. 2016;8(3):128. DOI: 10.3390/nu8030128
47. Coronado M, Vega S, Gutiérrez R, Díaz G. Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: Nutrición, bioquímica y salud. *Rev Educ Bioquímica*. 2006;25(3):72-9.
48. FAO. El estado mundial de la pesca y la agricultura; 2014. [Citado junio de 2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>
49. Izquierdo P, Torres G, González E, Barboza-Martínez Y, Márquez E, Allara M. Composición de ácidos grasos y contenido de humedad en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. *Revista Científica*. 1999;9(6):463-8.
50. Tenore GC, Calabrese G, Ritieni A, Campiglia P, Giannetti D, Novellino E. Canned bluefin tuna, an in vitro cardioprotective functional food potentially safer than commercial fish oil based pharmaceutical formulations. *Food Chem Toxicol*. 2014;71:231-5. DOI: 10.1016/j.fct.2014.06.016
51. Fernandes CE, Vasconcelos MA, Ribeiro Mde A, Sarubbo LA, Andrade SA, Filho AB. Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. *Food Chem*. 2014;160:67-71. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.03.055
52. Castro MI, Maafs AG, Galindo G. Perfil de ácidos grasos de diversas especies de pescados consumidos en México. *Rev Biol Trop*. 2013;61(4):1981-98.
53. Romero N, Robert P, Massol L, Pineda R. Composición en ácidos grasos y proximal de siete especies pescado de Isla de Pascua. *Arch Latinoam Nutr*. 2000;50(3):304-8.
54. 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(2):785-90. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.07.037