



## Beneficios de los ácidos grasos omega 3 en la salud y su contenido en carne de pescado

Trulls, H.E. ; Ortiz, M.L. 

Laboratorio de Análisis físico-químicos anexo a la Cátedra de Biofísica. Departamento de Ciencias Básicas. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Sargento Cabral 2139 (3400) Corrientes Argentina.  
Tel. 0379 4430101-Int.149.  [htrulls@gmail.com](mailto:htrulls@gmail.com)

### Resumen

La carne de pescado constituye una fuente alimentaria de alto valor nutricional, destacándose por su fácil digestión, bajo contenido energético, aporte de proteínas de alta calidad y una composición lipídica particularmente rica en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) omega-3 ( $\omega 3$ ). Entre ellos, el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA) desempeñan funciones esenciales en la salud humana, contribuyendo al mantenimiento de la integridad de las membranas celulares, la modulación de procesos inflamatorios y la prevención de enfermedades crónicas como patologías cardiovasculares, neurodegenerativas, metabólicas y autoinmunes. Sin embargo, el contenido de estos ácidos grasos (AG) en peces varía significativamente según la especie, el ambiente (río o mar), la dieta natural y factores fisiológicos y ecológicos. El objetivo de este trabajo fue revisar la literatura científica sobre los beneficios de los AG  $\omega 3$  para la salud y su contenido en diversas especies de peces, con énfasis en los valores de EPA, DHA, PUFA totales y el perfil lipídico general. Se realizó la búsqueda en las bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar, priorizando estudios de la última década. Los peces de mar tuvieron mayores concentraciones de EPA y DHA; mientras que en especies de río hay mayores valores de ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA) junto con una variabilidad más amplia en los niveles de EPA y DHA. Entre las especies de nuestros ríos y mar, se destacan el dorado y la anchoa como las de mayor contenido total de estos compuestos tan beneficiosos. Se concluye en destacar la importancia del consumo de pescado como aporte de AG  $\omega 3$ , pero considerando manejos adecuados tanto en la producción como en la comercialización de los distintos peces de cada región, promoviendo el desarrollo de la acuicultura y promocionando cambios en hábitos alimenticios de la población.

**Palabras clave:** alimento funcional, beneficios fisiológicos, grasas esenciales, nutrición, producto pesquero.

## Health benefits of omega-3 fatty acids and their content in fish meat

**Abstract.** Fish is a highly nutritious food source, characterized by easy digestibility, low energy content, high-quality protein, and a lipid composition particularly rich in  $\omega 3$  polyunsaturated fatty acids (PUFAs). Among these, eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) play essential roles in human health by contributing to the maintenance of cell membrane integrity, modulating inflammatory processes, and preventing chronic diseases such as cardiovascular, neurodegenerative, metabolic, and autoimmune disorders. However, the content of these fatty acids in fish varies considerably depending on species, environment (freshwater or marine), natural diet, and physiological and ecological factors. The objective of this study was to review the scientific literature on the health benefits of  $\omega 3$  fatty acids and their content in different fish species, with emphasis on EPA, DHA, total PUFA levels, and the overall lipid profile. Literature research was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO, and Google Scholar, prioritizing studies published over the last decade. Marine fish generally showed higher concentrations of EPA and DHA, whereas freshwater fish exhibited higher levels of  $\alpha$ -linolenic acid (ALA), along with greater variability in EPA and DHA content. Among the species from local rivers and marine environments, dorado and anchovy stood out for their high total content of these beneficial fatty acids. The study highlights the importance of fish consumption as a source of  $\omega 3$  fatty acids and emphasizing the need for appropriate management practices in fish production and marketing, the promotion of aquaculture development, and the encouragement of healthier dietary habits in the population.

**Key words:** functional food, physiological benefits, essential fats, nutrition, fishery products.

## INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos (AG) esenciales, componente de los lípidos, han sido parte de nuestra dieta desde los inicios de la humanidad. Hace ya 10.000 años, los humanos incorporamos, a través de la ingesta de alimento, AG poliinsaturados muy beneficiosos para la salud, componentes estructurales y funcionales de las membranas de todas las células, que son el sustrato para la síntesis de las prostaglandinas, mediadoras en numerosos procesos biológicos y especialmente para el correcto funcionamiento de los sistemas nervioso central y cardiovascular. Ya en el siglo XII, el filósofo Maimónides afirmó que “cualquier enfermedad que pueda curarse con la dieta no debe ser tratada de ningún otro modo”; resaltando las propiedades beneficiosas para la salud, de algunos componentes de los alimentos, además de su función nutritiva (Sanhueza-Catalán et al. 2015).

Estos conceptos se vuelven muy relevantes en la actualidad, ya que existe una tendencia mundial hacia una alimentación más saludable, por lo que los consumidores demandan cada vez más productos naturales y funcionales.

Eso implica que la dieta contenga un mínimo de alimentos ultraprocesados; de acuerdo al sistema de clasificación NOVA (Monteiro et al. 2019), son formulaciones industriales elaboradas principalmente a partir de sustancias derivadas de alimentos, que además contienen aditivos como colorantes, saborizantes y edulcorantes, constituidos por al menos cinco ingredientes. Estos productos, que incluyen snacks envasados, refrescos y comidas preparadas, se caracterizan por tener altos niveles de azúcares, grasas y sal, ser bajos en fibra y nutrientes y han demostrado tener a largo plazo un efecto nocivo en la salud (Popkin et al. 2020, Martí et al. 2021).

El concepto de alimento funcional constituye un tema fundamental en el área de la Nutrición, estos alimentos proporcionan beneficios para la salud más allá de la mera cobertura de las necesidades de nutrientes, ya que mejoran una o varias funciones en el organismo y su consumo ayuda a la prevención y tratamiento de enfermedades (Illanes 2015, Cámpora 2016). Los alimentos funcionales ejercen su actividad en múltiples sistemas, especialmente el gastrointestinal, cardiovascular e inmunológico. Se comportan como potenciadores del desarrollo y la diferenciación, moduladores del metabolismo de nutrientes, la expresión génica, el estrés oxidativo y la esfera psíquica (Meléndez-Sosa et al. 2020).

En este contexto, la carne de pescado se posiciona como una excelente opción alimentaria, pues se caracteriza por ser altamente nutritiva, de fácil digestión, con bajo contenido energético y una composición de aminoácidos especialmente favorable. Además de aportar proteínas de alta calidad, el pescado presenta una proporción notablemente superior de AG poliinsaturados (PUFA) omega-3 ( $\omega 3$  o  $n3$ ). En contraste, en las carnes de res, cordero, aves y cerdo, el ácido  $\alpha$ -linolénico (uno de los principales PUFA  $\omega 3$ ) representa solo entre 0,7 y 1,4% del total de ácidos grasos (Patel et al. 2022).

En muchas dietas modernas, especialmente aquellas con un alto contenido de alimentos ultra procesados, los niveles de AG  $\omega 3$  suelen ser insuficientes (Abeywardena

y Patten 2011). La principal fuente cuantitativa de estos AG es el ácido alfa-linolénico (ALA, 18:3n-3), presente principalmente en aceites vegetales (nueces, linaza y chía) (De Uranga y Calderón 2024).

Sin embargo, los PUFA de cadena larga, fundamentales para el mantenimiento de una buena salud, solo son sintetizados de manera eficiente por organismos acuáticos. Por ello, los seres humanos deben obtenerlos a través del consumo de peces marinos y de agua dulce. En consecuencia, la ingesta regular de pescado resulta esencial para la preservación de la salud humana (Bratu et al. 2013).

A tal fin, se deben desarrollar estrategias que permitan maximizar la producción pesquera presente y asegurar la futura; que implica gestionar la riqueza de la naturaleza considerando un manejo sostenible de la misma, que mida aspectos económicos, sociales y ambientales. La comunidad mundial se está dando cuenta de ello y Argentina no debería quedar al margen; es así que la Asamblea General de las Naciones Unidas ha declarado el año 2022 como el Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanales, con el fin de reconocer el potencial de las actividades de pequeña escala para promover cambios en los procesos de obtención, elaboración y distribución de alimentos y productos acuáticos (ONU 2022).

El objetivo de este trabajo fue revisar la literatura científica sobre los beneficios de los AG  $\omega 3$  para la salud y analizar su aporte a través del consumo de pescado, considerando los distintos factores que influyen en su concentración.

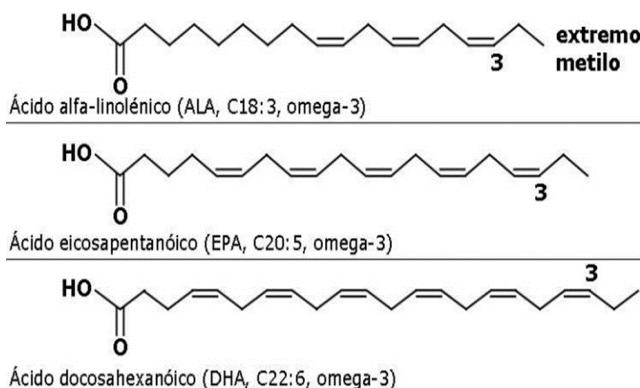
La metodología para realizar esta revisión bibliográfica incluyó artículos originales, buscados en las bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar, revisiones sistemáticas. Se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés, incluyendo: *omega-3 fatty acids, EPA, DHA, fish meat, fish lipid composition, health benefits of omega-3, PUFA, n-3*, entre otras, se priorizó estudios que abordaran simultáneamente la composición lipídica de peces y sus implicancias para la salud humana, a tales fines se analizaron los siguientes aspectos.

**Estructura química y función de los AG  $\omega 3$ .** Los AG, químicamente son cadenas hidrocarbonadas de longitud variable, con un grupo carboxilo en su extremo y que pueden ser saturados como insaturados, componentes fundamentales de los lípidos, fracción nutricional indispensable de una dieta adecuada (Feliu et al. 2021), constituyen macromoléculas como los triglicéridos, otros lípidos complejos o pueden hallarse en forma libre, además pueden esterificar el colesterol. Los AG naturales son de número par de carbonos, y existen de cadena corta, de cadena larga, insaturados, saturados y una mezcla de lo anterior; se destacan dentro de la composición de la grasa alimentaria recomendada para la dieta, los AG poliinsaturados de cadena larga (*long chain polyunsaturated fatty acids, LCPUFA, o PUFA sus siglas en inglés*); con un rol muy importante en la modulación de las funciones inmunitarias y los procesos inflamatorios (ONU 2012a,b).

Considerando la insaturación, la nomenclatura omega ( $\omega$ ) da cuenta del lugar, contando desde el grupo metilo terminal, dónde aparece el primer doble enlace; esta

forma de denominación del AG surge a partir de estudios bioquímicos, desde el punto de vista de la nutrición, principalmente (De Uranga y Calderón 2024).

Esto permite clasificar a los AG como  $\omega 3$  y  $\omega 6$ . Los AG  $\omega 3$  son AG polinsaturados que se presentan en los alimentos como: ácido  $\alpha$ -linolénico (18:3  $\omega 3$ ,  $\alpha$ -ALA), ácido eicosapentaenoico (20:5  $\omega 3$ , EPA) y ácido docosahexaenoico (22:6  $\omega 3$ , DHA) (Figura 1) y son ejemplos de AG bioactivos  $\omega 6$  los ácidos: linoléico (LA), gamma-linolénico (GLA), eicosadienoico (EDA), dihomogammalinolénico (DGLA), araquídónico (AA), docosatetraenoico (DTA), y docosapentaenoico-n6 (DPA-n-6). Son considerados esenciales, por lo cual deben obtenerse a través de la dieta, ya que los seres humanos carecen de las enzimas necesarias para sintetizarlos (Bhatt et al. 2020).



**Figura 1.** Estructura química de los principales ácidos  $\omega 3$ . El ALA es el que se halla en mayor proporción en las semillas vegetales. En el organismo se convierte en EPA y DHA. <https://www.farmaciagermana.com/blog/omega-3-beneficios-para-la-salud>.

Los PUFAS presentan una gran variedad de actividades biológicas a nivel molecular y celular con efectos sobre importantes funciones celulares y tisular, resultando en beneficios para la salud y menor riesgo de enfermedades crónicas, estos efectos se deben a las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de los PUFAS  $\omega 3$  (Djuricic y Calder 2021).

Todos los compuestos anteriores tienen efectos sobre el organismo, desde generar energía o modular una acción tanto bioquímica como fisiológica del individuo; y en particular los AG  $\omega 3$ , con múltiples funciones beneficiosas para la salud: confieren flexibilidad, fluidez y permeabilidad selectiva a las membranas celulares, lo que favorece la salud cardiovascular, reduce el riesgo de deficiencias en la visión y el desarrollo neural de bebés y niños, y de demencia en adultos mayores (Cubero et al. 2016). También se observaron reducciones del riesgo de enfermedades cardiovasculares, la disminución de la inflamación crónica y la mejora de trastornos metabólicos y neurológicos (Torres- López y Zambrano-Bermeo 2024).

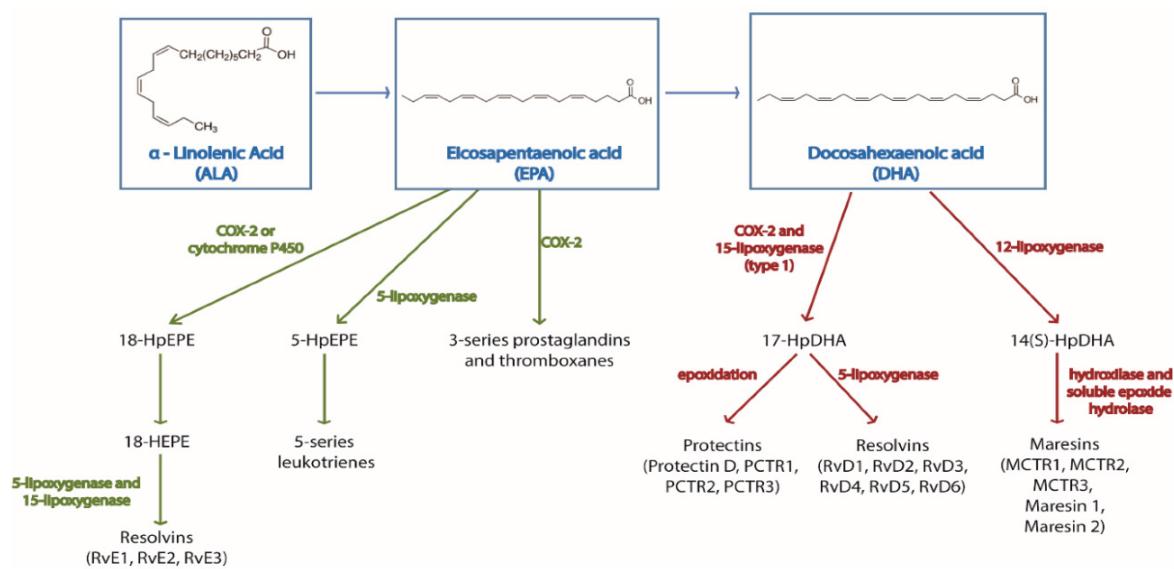
Dichos beneficios pueden explicarse a través de las acciones específicas de cada uno de ellos: EPA tiene efecto hipotrigliceridémico a nivel de lipoproteína de baja densidad (LDL) y lipoproteína de muy baja densidad (VLDL); disminuye la colesterolemia por aumento del

flujo biliar y del transporte reverso de colesterol y acción antitrombótica por la formación de eicosanoides de la serie  $\omega 3$ ; también estabiliza la bicapa de fosfolípidos al permitir que el colesterol permanezca distribuido de manera más uniforme (Jacobs et al. 2021). Mientras que se ha descrito que DHA aumenta la fluidez de las membranas neuronales, gliales y de conos y bastoncitos; disminuye la apoptosis neuronal y facilita el reciclaje de neurotransmisores; también regula la expresión de enzimas involucradas en el metabolismo de lípidos como ligando de receptores activados de proliferación de los peroxisomas (peroxisome proliferator activated receptors, PPARs, sus siglas en inglés) y se ha comprobado que inhibe la resistencia a la insulina en los tejidos musculares y adiposo (Djuricic y Calder 2021), también existen estudios sobre las múltiples funciones del DHA durante la gestación y la lactancia, así como las consecuencias de su menor ingesta durante el embarazo y el periodo posnatal en el desarrollo y la función cerebral (Giménez Benito 2017, Basak et al. 2020, Khan et al. 2023).

### Principales efectos en el organismo.

**Sistema inmunitario.** Metabolitos derivados de los AG  $\omega 3$  y  $\omega 6$  poseen importantes funciones inmunitarias reguladoras, por lo cual en conjunto se denominan pro-resolving mediators (SPMs); abarcan compuestos con diferentes funciones: prostaglandinas, leucotrienos, tromboxanos, protectinas (protectins) y resolvinas (resolvens) (Figura 2), los que se sintetizan a través de las enzimas ciclooxigenasa, lipoxygenasa y citocromo P450 (Innes y Calder 2018, Gutiérrez et al. 2019). El AA y el EPA son los más activos e importantes en la producción de eicosanoides, proinflamatorios en el primer caso y antiinflamatorios para el AG  $\omega 3$ , ya que ambos compiten por las mismas enzimas. Las membranas celulares suelen contener una alta proporción de AA y proporciones bajas de EPA y DHA y, por lo tanto, el AA es el sustrato dominante para la síntesis de eicosanoides. Los eicosanoides derivados del AA y del EPA, así como los docosanoides derivados del DHA, están involucrados en varios procesos biológicos entre los que se incluyen la modulación de la inflamación, la agregación plaquetaria, la respuesta inmunitaria, el crecimiento y la proliferación celular. La producción de mediadores depende de los niveles del sustrato, la intensidad, la duración, la naturaleza del estímulo y el tipo de célula implicada (Gutiérrez et al. 2019).

Cada vez hay más evidencia que sugiere que DHA y EPA podrían actuar en procesos inflamatorios mediante diversos mecanismos, como la remodelación de la membrana plasmática de los linfocitos, la regulación negativa de las citocinas proinflamatorias y la expresión alternada de moléculas de adhesión (Zhang et al. 2019).



**Figura 2.** Principales vías bioquímicas para la síntesis de metabolitos derivados de  $\omega 3$ . (Tomada de Gutiérrez et al. 2019).

**Microbiota intestinal.** Numerosos estudios reportan los beneficios de los AG  $\omega 3$  en diferentes patologías; resaltando su acción sobre los procesos inflamatorios, los cuales tienen como uno de sus desencadenantes al tipo de dieta consumida (Gutiérrez-Hervas et al. 2019). El desarrollo de la microbiota intestinal está influido, entre otros factores, por los hábitos alimentarios. Según su composición, los microorganismos que la integran pueden ejercer efectos beneficiosos para la salud, mientras que determinados componentes de la dieta actúan como prebióticos al favorecer selectivamente su crecimiento y actividad (Gibson et al. 2017, Chaowdhary-Beauty et al. 2024).

Algunos estudios reportan que dietas suplementadas con AG  $\omega 3$  provocaron cambios en el microbiota intestinal; como disminución de las bacterias fecales a menudo asociadas con un aumento de bacteroides y bacterias productoras de butirato pertenecientes a la familia de las Lachnospiraceae. Los ácidos  $\omega 3$  pueden ejercer una acción positiva al revertir la composición de la microbiota, aumentando la producción de AG de cadena corta, con acción antiinflamatoria. Además, estudios en modelos animales indican que la interacción entre microbiota intestinal, ácidos grasos  $\omega 3$  e inmunidad ayuda a mantener la integridad de la pared intestinal e interactúa con las células inmunes del huésped (Djuricic y Calder 2021).

**Sistema cardiovascular.** La familia de AG  $\omega 3$  son considerados protectores de la salud cardiovascular, al disminuir los niveles plasmáticos de triglicéridos y colesterol y prevenir la agregación plaquetaria, las arritmias y mejorar la microcirculación (Feliu et al. 2021). Suplementos nutricionales que contienen todos los nutrientes esenciales, incluyendo minerales, vitaminas, AG  $\omega 3$  y otros antioxidantes como ácido lipoico y la coenzima Q10, en proporción adecuada, protegen el corazón y reducen los factores de riesgo más comunes relacionados con la enfermedad cardiovascular. Se confirmó que los ácidos grasos  $\omega 3$  disminuyen en forma significativa el riesgo de muerte súbita ocasionada por arritmias cardíacas y todas las causas de mortalidad en pacientes con enfermedades

coronarias; también se emplean para el tratamiento de la hiperlipidemia e hipertensión, sin observarse interacciones significativas entre éstos y los fármacos habitualmente utilizados (Rimm et al. 2018). Un estudio reciente realizado por Grevengoeed et al. (2021), en el que se describe un mecanismo potencialmente nuevo para reducir los TG al caracterizar abundantes N-acil taurinas (NAT) derivadas de AG  $\omega 3$  en la bilis y el plasma.

Asimismo, la evidencia obtenida mediante estudios de imágenes respalda el beneficio de las formulaciones de EPA sobre la aterosclerosis, como se observa en el trabajo de Budoff et al. (2020).

American Heart Association (2018), reafirmó la recomendación de consumir pescado, especialmente rico en AG  $\omega 3$ , dos veces a la semana para reducir el riesgo de insuficiencia cardíaca, enfermedad coronaria, paro cardíaco y el cuadro más habitual de accidente cerebrovascular (isquémico). Esta Asociación recomienda el consumo de dos porciones semanales de pescado para individuos que no presenten historia de enfermedad coronaria y una porción diaria para aquellos que sí la presentan; aproximadamente 1 g  $\text{d}^{-1}$  de EPA más DHA es recomendable para la cardioprotección, mientras que 2-4 g  $\text{d}^{-1}$  se aconseja para reducir los niveles sanguíneos de triglicéridos, e ingestas mayores se requieren para una moderada disminución de la presión arterial. En concordancia, las Guías Alimentarias para la Población Argentina promueven el consumo regular de pescado, recomendando su inclusión en la alimentación una a dos veces por semana como parte de una dieta saludable.

**Sistema nervioso y protección contra enfermedades neurodegenerativas.** La fracción lipídica del tejido nervioso contiene un 60-65% de AG poliinsaturados (AGPI), donde el DHA es el lípido más abundante (35-40% del total). El DHA y el AA son indispensables para la función cerebral y son componentes mayoritarios de la sinapsis y la retina. Por otra parte, el EPA y el ácido linoleico ( $\omega 6$ ) se encuentran principalmente en el cerebro (Montecillo-Aguado et al. 2020).

Los AG  $\omega 3$  desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la integridad estructural y la fluidez de las membranas celulares. Estudios *in vivo* realizados por Ferdouse et al. (2019), han corroborado que la suplementación dietética con estos ácidos grasos poliinsaturados, es capaz de modular la composición lipídica del tejido cerebral. Por consiguiente, su consumo es recomendado por las entidades de salud pública, dada su capacidad para optimizar la función cognitiva en la población general y, de manera particular, en el segmento de adultos mayores, que presentan una mayor prevalencia de trastornos neurológicos asociados al proceso de envejecimiento (Zhang et al. 2024).

Durante los primeros dos años de vida, la grasa debe considerarse también en su función estructural, pues provee los AG y el colesterol necesario para formar membranas celulares en todos los órganos. En la actualidad se acepta que los AG  $\omega 3$  y  $\omega 6$  incorporados con la dieta resultan determinantes en el desarrollo cerebral, hasta tal punto que podrían ayudar a prevenir el desarrollo de enfermedades como Alzheimer y/o esquizofrenia en un futuro (Giacobbe et al. 2020, Montecillo-Aguado et al. 2020, Jiang et al. 2022, Sala-Vila et al. 2022, Khan et al. 2023, Zhang et al. 2024). En este contexto, se ha observado que una ingesta insuficiente de  $\omega 3$  o una baja concentración plasmática de DHA se correlaciona con una serie de enfermedades cerebrales y con defectos cognitivos y de comportamiento durante las primeras etapas del desarrollo y el envejecimiento (Ferdouse et al. 2019).

El sistema nervioso central es más vulnerable a la influencia nutricional en aquellos períodos en los que el crecimiento, desarrollo son más intensos, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es el desorden del neurodesarrollo más frecuente en la edad pediátrica y una de las recomendaciones para evitar esta afección es aumentar el consumo de grasas saludables, un ensayo clínico mostró que suministrando a los niños con 120-500 mg de AG  $\omega 3$  por día puede proporcionar beneficios significativos para reducir los síntomas (Feliu et al. 2022).

El aumento de enfermedades neurodegenerativas en Occidente, como la esclerosis múltiple y el Alzheimer, es notable en las últimas décadas. Estas patologías están influenciadas por la edad, el nivel socioeconómico, la actividad laboral y física, la genética y, recientemente, la dieta. Estudios realizados por Innes y Calder (2018), han demostrado la eficacia de los ácidos grasos  $\omega 3$  de origen marino para la prevención y el tratamiento de estas afecciones.

La esclerosis múltiple es una enfermedad crónica que ataca y destruye progresivamente el sistema nervioso central; se manifiesta con múltiples lesiones inflamatorias en la mielina de los axones neuronales. En la actualidad se la define como una enfermedad multifactorial: resulta de la interacción entre la genética y el entorno. Los factores de riesgo específicos incluyen infecciones, deficiencia de vitamina D, estilo de vida, estrés y factores dietéticos (Aroca-División y Forner-Juliá 2016). La suplementación con AG  $\omega 3$  ofrece beneficios antiinflamatorios directos para esta patología, lo que limita la neuroinflamación. Una revisión de 22 artículos realizada por Amato et al. (2018) confirmó esta hipótesis, en la que 20 estudios documentaron

mejoras en el estado de la enfermedad o una reducción de la inflamación; sólo 2 no mostraron cambios. Específicamente, el aporte de estos AG disminuyó los niveles de citoquinas proinflamatorias y de la metaloproteína-9 de la matriz (un marcador inflamatorio clave).

Se ha observado una disminución de DHA en el hipocampo y la corteza frontal de pacientes con enfermedad de Alzheimer, áreas cerebrales cruciales para la cognición y la memoria. El aceite de pescado, fuente rica en  $\omega 3$ , podría ser beneficioso para mejorar el funcionamiento cerebral (Waitzberg y Garla 2014). La suplementación con cápsulas y el consumo de pescado o alimentos ricos en este nutriente han mostrado efectos positivos en pruebas de función cognitiva, la evolución de la enfermedad y en los resultados de imágenes diagnósticas (Gil-Tamayo et al. 2017).

#### **Enfermedades crónicas: Obesidad y Diabetes.**

Se considera que el sobrepeso y la obesidad aumentan el riesgo de padecer diabetes, enfermedades cardíacas, patologías respiratorias crónicas, derrames cerebrales, artritis y ciertos cánceres. Estudios demostraron que la suplementación con AG  $\omega 3$  durante tres meses, en diferentes cantidades conformando tres grupos (placebo, 1 g y 2 g de  $\omega 3$ , todas recibieron dieta hipocalórica, ejercicio moderado más vitamina E (200 UI). Se observó una reducción estadísticamente significativa del peso, cintura, índice de masa corporal (IMC) y la masa grasa en mujeres obesas, con diferencias significativamente mayores en el grupo que recibió 2 g de  $\omega 3$ . La evidencia sugiere que la suplementación con AG  $\omega 3$ , sumado a un plan de actividad física y dieta, puede proponerse como complemento en mujeres obesas para mejorar su estado general de salud y protegerlo de futuras complicaciones asociadas al síndrome metabólico (González-Acevedo et al. 2013).

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) se considera una epidemia actual, incrementa la enfermedad cardiovascular y la morbilidad, por tanto, es importante prevenir y tratar integralmente, y valorar complicaciones y comorbilidades asociadas. La evidencia epidemiológica del efecto de los AG  $\omega 3$  de origen marino sobre el riesgo de DM2 es controvertida; Pinilla-Roa y Barrera-Perdomo (2018), en un metaanálisis de 20 estudios en pacientes que recibieron suplemento, observaron que la relación EPA/DHA y una temprana intervención con estos ácidos podría afectar positivamente el control de la glucosa y los niveles de lípidos; esto podría contribuir como referencia dietaria para el equipo de salud que atiende al paciente diabético. La Guía Práctica Clínica Nacional sobre Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2º del Ministerio de Salud de Argentina (2019), sugiere el consumo de caballa, salmón, atún, anchoa, sardinas, merluza, lenguado, brótola, jurel y arenque, por lo menos dos veces por semana. Se intenta lograr una relación entre  $\omega 3$  y  $\omega 6$  de 4 ó 5:1 con el incremento del consumo de pescados de agua fría. El uso de aceites de pescado en las dietas en individuos con DM2 (3-18 g día<sup>-1</sup>) disminuye el nivel de triglicéridos e incrementa el c-HDL.

**Fibrosis quística.** La fibrosis quística (FQ) es una enfermedad genética grave, más frecuente en la población caucásica. Debido a mutaciones en el gen regulador de

la conductancia transmembrana, se codifica una proteína alterada, y esto provoca que las secreciones del moco habitual que cubren los epitelios sean más espesas, con manifestaciones clínicas relevantes en el aparato respiratorio, el sistema digestivo, los conductos deferentes y las glándulas sudoríparas. Se trata de una enfermedad compleja que requiere de un abordaje integral, en la cual un adecuado estado nutricional influye tanto a nivel de la función pulmonar como en la calidad de vida y supervivencia (López-Mejía et al. 2018, Feliu et al. 2021).

La detección de niveles anormales de AG esenciales en muestras biológicas de pacientes con esta patología (incluyendo suero, plasma y biopsias tisulares) ha llevado a algunos autores a sugerir la suplementación. Específicamente, se ha propuesto el uso de DHA, EPA y ácido gammalinolénico (GLA) para modular la respuesta inflamatoria. No obstante, Oliver y Watson (2016) señalan la necesidad de realizar más estudios para validar y confirmar estas recomendaciones.

**COVID-19.** Evidencias avalan que algunos PUFA pueden inactivar el desarrollo de algunos virus; se ha confirmado que metabolitos del AA, EPA y DHA poseen acciones pro y antiinflamatorias, y participan en resolver la inflamación, cicatrización de heridas, regular la acción fagocítica de macrófagos y otros monocitos, y tienen la capacidad de reducir la carga microbiana. Estos hallazgos sugieren que estos AG actúan como moléculas antimicrobianas endógenas y su uso apropiado ayudaría a disminuir la morbilidad y mortalidad debido al SARS-CoV-2 (del inglés, severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) -causante del coronavirus 19-, SARS (2002 causante de un brote de severe acute respiratory syndrome, SARS) y MERS (2012, causante del middle East respiratory syndrome, MERS) (Das 2020, Yasri y Wiwanitkit 2020).

Estas virosis se caracterizan por una tormenta de citoquinas, que ocurre como consecuencia de la intensa respuesta inmunitaria ante la invasión del agente viral; existe una inflamación generalizada en el cuerpo, que afecta especialmente a pulmones, corazón y cerebro. Algunos investigadores demostraron, en concreto, que los AG  $\omega$ 3 actúan a través de las resolvinas como agentes antiinflamatorios (Panigrahy et al. 2020). En Argentina, investigadores de Estudios Clínicos Latinoamérica (ECLA, Rosario, Argentina), han trabajado con un preparado con aceite de pescado enriquecido con ácido eicosapentaenoico (AG  $\omega$ 3), evaluando si previene el contagio de coronavirus o reduce la severidad de los síntomas en el personal de la salud, principal grupo de riesgo expuesto al virus SARS-CoV-2; los resultados están aún siendo analizados (Osinsa 2020).

**Alimentos ricos en omega 3.** Productos vegetales como nueces, aceites vegetales, semillas de chía y de lino son fuentes dietéticas de ALA; mientras que EPA y DHA, se encuentran principalmente en alimentos de origen animal acuático; específicamente en los aceites de pescados de aguas frías como salmón, atún, sardinas, caballa, arenque, anchoas, también en algas y en menor proporción, en nueces, semillas de linaza y de chía, y en aceite de linaza (Weinberg et al. 2021).

Considerando los AG  $\omega$ 6; LA se encuentran en aceites vegetales (maíz, soya, girasol, cártamo), y AA en grasas animales (huevo, carnes rojas y vísceras). Entre otros componentes de la dieta, las cantidades relativas del conjunto de estos AG modulan finalmente si la dieta consumida es saludable o perjudicial para la salud (De Uranga y Calderón 2024).

**Valores adecuados de  $\omega$  3 en el organismo y recomendados en la ingesta.** El índice  $\omega$ 3 es la suma de dos ácidos  $\omega$ 3 (EPA + DHA) en las membranas de los eritrocitos y se ha propuesto un índice  $>8,0$  como “normal”, con rangos de variación de 2,8-15,4. Para los  $\omega$ 3 totales (ALA + EPA + DHA + DPA-n-3), los rangos son de 2,6 a 15,1, y para  $\omega$ 6 totales (LA + GLA + EDA + DGLA + AA + DTA + DPA n-6), los rangos son de 24,9 a 44,2; expresados todos en % P/P de AG totales en plasma (De Groot et al. 2019). Se propone que un balance adecuado en la proporción de estos AG es crucial para la salud cardiovascular, la función cerebral y para reducir la inflamación crónica de bajo grado que está involucrada en obesidad, diabetes, y enfermedades autoinmunes. La proporción sugerida como “adecuada” entre  $\omega$ 6:  $\omega$ 3 es entre 3:1 y hasta 5:1. Es decir, se debe tener una relación con mayor proporción de  $\omega$ 6 que de  $\omega$ 3, pero ésta no debe ser superior a 5:1, a riesgo de generar las alteraciones ya mencionadas. La mayoría de las dietas occidentales actuales privilegian un consumo excesivo de  $\omega$ 6 y tienen un menor contenido de  $\omega$ 3 (de 10:1 y hasta de 20:1), lo que se asocia con alteraciones metabólicas e inmunológicas, daños vasculares y enfermedades cardiovasculares, proinflamatorias y autoinmunes (DiNicolantonio y O’Keefe 2018).

La ingesta diaria de AG  $\omega$  (3 y 6) recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para adultos es de 250 a 500 mg  $\text{d}^{-1}$ ; la de  $\omega$ 6 es de entre 2,5-9,0% del total de calorías consumidas por día (aproximadamente 5-18 g  $\text{d}^{-1}$ ) y la de  $\omega$ 3 0,5-2,0% (1-4 g  $\text{d}^{-1}$ ) Para una buena salud cardiovascular, los expertos recomiendan un mínimo de 250 mg de  $\omega$ 3 al día (De Uranga y Calderón 2024).

Según las Guías Alimentarias para la población argentina del Ministerio de Salud de la Nación (2019), las recomendaciones de ingesta diaria de estos compuestos pueden variar según la edad, condiciones fisiológicas y patologías previas. Recomendaciones específicas de  $\omega$ 3: Adultos: 250-500 mg  $\text{d}^{-1}$  de EPA y DHA combinados. Algunas fuentes sugieren 1,6 g  $\text{d}^{-1}$  para hombres y 1,1 g  $\text{d}^{-1}$  para mujeres. Embarazadas y lactantes: las necesidades son superiores a las de adultos, con recomendaciones de 1,4 g  $\text{d}^{-1}$  para embarazadas y 1,3 g  $\text{d}^{-1}$  para mujeres que amamantan. Adultos mayores: Entre 1-2 g  $\text{d}^{-1}$  de EPA y DHA combinados para la prevención del deterioro cognitivo y la salud ocular (Feliu et al. 2021).

Es crucial mantener una relación saludable entre  $\omega$ 3 y  $\omega$ 6, idealmente entre 5:1 y 10:1 (por cada gramo de  $\omega$ 3, entre 5 y 10 gramos de  $\omega$ 6) (De Uranga y Calderón 2024). Una dieta equilibrada que incluya pescado y frutos secos puede ayudar a alcanzar las recomendaciones de  $\omega$ 3; pero en algunos casos, los suplementos alimenticios pueden ser necesarios para cubrir las necesidades del mismo.

Por lo expuesto, resulta importante evaluar los recursos alimentarios con adecuada concentración de estos nutrientes, en especial los de origen acuático que incluyen carne de pescados, algas y mariscos. Es importante considerar el consumo de pescado, ya que las personas que lo consumen menos tienen ingestas significativamente menores de  $\omega 3$ .

**Importancia del consumo de pescado (como aportante de  $\omega 3$ ) en la dieta humana.** El consumo de pescado es fundamental en la dieta humana, independientemente de su origen (marino o continental), debido a que constituye una fuente natural de ácidos grasos poliinsaturados ( $\omega 3$  PUFA), compuestos lipídicos asociados a múltiples efectos protectores y terapéuticos.

Sin embargo, las concentraciones de  $\omega 3$  PUFA varían significativamente entre especies e incluso dentro de la misma especie (Olgunoglu 2017). Estas variaciones están determinadas por factores: 1) Bióticos (género, especie, edad, estado fisiológico, tipo de alimentación, cantidad de grasa muscular) y 2) Abióticos (clima, hábitat, técnicas de manipulación, conservación, procesamiento y cocción) (Ghaddar y Saoud 2012).

Estudio realizado por Dvoretsky et al. (2024), demuestra la influencia del hábitat y la dieta en el perfil de ácidos grasos (AG): en peces del río Gyda (Siberia), el eperlano arco iris (*Osmerus mordax*) presentó un contenido total de AG hasta 15 veces superior al del ruffe (*Gymnocephalus cernuus*), con mayor proporción de AG monoinsaturados (MUFA) y menor de PUFA. Pese a las diferencias, ambas especies mostraron altos contenidos de  $\omega 3$  (siendo superior en la especie arcoíris con valores de 2610  $\mu\text{g g}^{-1}$  DHA y 2390  $\mu\text{g g}^{-1}$  de EPA, respectivamente).

En un estudio realizado en ríos de Perú se evaluó la composición lipídica en tres especies del género *Orestias* (*luteus*, *olivaceus* y *agassii*). Las mismas comparten el mismo hábitat y son omnívoras, sin embargo, *O. luteus* presenta una dieta más especializada, basada principalmente en invertebrados acuáticos como insectos, crustáceos, gusanos, que se asocia con su mayor tamaño y peso corporal (De la Barra et al. 2020, Loayza et al. 2023). Mientras que las otras dos especies se alimentan principalmente de micro crustáceos y algas (Loayza et al. 2020, Machovsky-Capuska y Raubenheimer 2020, Cardoso et al. 2023). El análisis de la composición de ácidos grasos reveló valores moderadamente altos de  $\omega 3$  y  $\omega 6$  en *O. luteus*. Asimismo, se encontró un mayor contenido de ácido vaccénico (18:1 $\omega 11$ ), un compuesto asociado a la mejora de la respuesta inmunitaria, en *O. agassii*, lo cual estaría relacionado con una mayor ingesta de algas (Cusiyunca-Phoco et al. 2024).

Considerando las especies más consumidas a nivel mundial, el salmón es uno de los peces más recomendado como fuente excelente de  $\omega 3$ , también se pueden sumar la tilapia (pez de agua dulce), la cachama (nativa de las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas), el pez carpa, la sardina, la corvina y el atún rojo, que también cubren el 100% de las recomendaciones diarias de consumo de estos nutrientes (Atehortúa Osorno et al. 2017).

En ensayos realizados en cuatro salmonídeos: salmón ártico, salmón común, muksun (pescado blanco común

en las aguas árticas siberianas) y salvelino ártico o trucha ártica (nativo de lagos alpinos y aguas costeras de las regiones árticas y subárticas), que habitan en masas de agua de la península de Gydan, en la cuenca del mar de Kara se encontró un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados esenciales en los salmonídeos locales. El salvelino ártico fue la especie con la mayor concentración de ácidos grasos en su carne (Dvoretsky et al. 2023).

Otro estudio realizado sobre 22 especies de peces marinos (de importancia comercial del Estuario del Río de la Perla en Mar de China Meridional), evidenció un perfil de ácidos grasos similar en todas las especies estudiadas. Pero en comparación a estudios previos de dichas especies examinadas, mostraron mayores proporciones de ácidos grasos saturados y menores contenidos de ácidos grasos poliinsaturados, presumiblemente por la modificación de la dieta, que consistió en aumento de diatomeas y disminución de dinoflagelados en las últimas décadas en la región (Zhang et al. 2020).

Los análisis nutricionales del pescado normalmente se realizan en crudo (Castro-González et al. 2012, Ghaddar y Saoud 2012, Turyk et al. 2012), sin embargo, estos datos tienen una utilidad muy limitada ya que el pescado usualmente se consume cocido (Weber et al. 2008, Ersøy y Ozeren 2009). La temperatura alcanzada y el tiempo de cocción permiten que los alimentos mejoren su contenido microbiológico y su digestibilidad, pero pueden también acelerar el deterioro de algunos compuestos lábiles al calor afectando su contenido de nutrientes y las propiedades sensoriales del alimento (Ersøy y Ozeren 2009, Biandolino et al. 2021).

Considerando que uno de los principales beneficios del consumo de pescado es su aporte de AGP  $\omega 3$  y que los AG, especialmente los PUFA, son muy susceptibles a oxidarse por la cocción, es importante conocer el impacto que distintas técnicas de cocción tienen en el perfil de ácidos grasos (Weber et al. 2008, Wu y Mao 2008, Bhouri et al. 2010, Biandolino et al. 2023). Es necesario identificar aquellas técnicas que permitan una mayor retención de nutrientes benéficos, para poder seleccionar la preparación ideal del pescado según las necesidades del consumidor.

Ensayo realizado con carne de boga (*Leporinus obtusidens*) mostró que la cocción al horno provocó una disminución en el contenido de humedad y un aumento en la concentración de lípidos. Los AG monoinsaturados fueron predominantes, con una relación AG saturados/AG insaturados de 0,6, en todas las muestras ensayadas. Se destacó la presencia del ácido linoleico (18:2), linolénico (18:3), eicosapentanoico (EPA, 20:5) y docosahexaenoico (DHA, 22:6) (Gatti et al. 2023).

Es importante destacar que algunos productos pesqueros se consumen en forma desecada, como ocurre en la zona costera argentina con camarones y sardinas, los cuales pueden comercializarse bajo esta modalidad y constituyen una fuente relevante de AG  $\omega 3$ . En un ensayo realizado con *Sardinella aurita*, se registraron valores expresados en % g/g de ALA: 0,33; EPA: 3,96 y DHA: 25,09; mientras que los camarones secos presentaron concentraciones de ALA: 0,30; EPA: 4,35 y DHA: 4,07 (Vincenzo-Nava et al. 2023).

El estudio de los ácidos grasos en productos pesqueros adquiere una relevancia, que se demuestra en trabajos donde se analiza la calidad lipídica del pescado (FLQ), el índice aterogénico (IA), relación ácidos grasos hipocolesterolémicos/hipercolesterolémicos (hH) e índice trombogénico (IT). Un ensayo realizado en conservas de lomos de atún en agua y en aceite vegetal mostró las cantidades de EPA+DHA, que oscilaron entre 184 - 310 mg en 100 g (agua) y entre 110-336 mg en 100 g (aceite vegetal). El ácido graso más abundante en las conservas de atún en agua fue el DHA, mientras que en las conservas en aceite fue el ácido linoleico, perteneciente a la familia  $\omega 6$ . Los índices de calidad lipídica del pescado (FLQ) y aterogénico (IA) fueron más altos en las conservas de atún en agua que en las de atún en aceite, mientras que la relación (hH) presentó valores mayores en el atún enlatado en aceite. El (IT) fue en general más alto en las conservas

de atún en aceite (Cifuentes y Rincón 2022).

Otro estudio realizado en pescados de mar y mariscos con distintos tratamientos de cocción y secado han hallado que todas las muestras presentaron índices bajos de IA y IT, y que todos los productos pesqueros procesados demostraron ser excelentes fuentes de EPA y DHA (Vincenzo-Nava et al. 2023).

Es importante destacar que todas las especies de peces contienen ácidos grasos EPA y DHA y que sus concentraciones pueden variar significativamente entre especies e incluso dentro de una misma especie según factores ambientales y dietarios (Querques et al. 2011, Mahaffey et al. 2012). La literatura consultada en esta revisión permite para su mejor comprensión evaluar el contenido de  $\omega 3$  (ALA, EPA, DHA y total) diferenciando especies de agua dulce y salada, que se esquematizan en las Tablas 1 y 2.

**Tabla 1.** Contenido de ácidos grasos  $\omega 3$  en pescados de agua dulce en 100 g.

Espezie	ALA (g)	EPA (g)	DHA (g)	Total (g)	Referencia
<b>Boga boga</b> ( <i>Leporinus obtusidens</i> )	2,52	0,26	3,14	5,92	Gatti et al. 2020
<b>Dorado dorado</b> ( <i>Salminus brasiliensis</i> )	12,90	0,91	11,95	25,76	Gatti et al. 2020
<b>Surubí surubí</b> ( <i>Pseudoplatystoma coruscans</i> )	7,12	1,27	10,47	18,86	Gatti et al. 2020
<b>Danube crayfish</b> ( <i>Astacus leptodactylus</i> )	1,02	22,29	7,77	31,08	Öksüz y Mazlum 2016
<b>Yellowtail catfish</b> ( <i>Pangasius pangasius</i> )	1,13	2,45	0,23	3,81	Asmah et al. 2014
<b>Catfish</b> ( <i>Clarias gariepinus</i> )	1,91	4,67	8,88	15,46	Luczyńska et al. 2014
<b>Nile tilapia</b> ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	1,36	0,60	5,32	7,28	Luczyńska et al. 2014
<b>Pangasius</b> ( <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> )	0,82	0,78	2,46	4,06	Luczyńska et al. 2014
<b>European Eel</b> ( <i>Anguilla anguilla</i> )	0,7	3,4	2,3	6,40	Ghazali et al. 2013
<b>Pearl Mullet</b> ( <i>Chalcalburnus tarichi</i> )	0,77	5,25	8,09	14,11	Mısır et al. 2013
<b>Mesopotamian catfish</b> ( <i>Silurus triostegus</i> )	2,19	2,92	4,22	9,33	Olgunoglu 2013
<b>Shabut</b> ( <i>Barbus grypus</i> )	0,89	3,22	12,83	16,94	Olgunoglu et al. 2011
<b>Spiny eel,</b> ( <i>Mastacembelus mastacembelus</i> )	2,65	1,76	9,36	13,77	Olgunoglu 2011
<b>Pike</b> ( <i>Esox lucius</i> )	1,93	8,11	22,72	32,76	Bulut et al. 2010
<b>Abu mullet</b> ( <i>Liza abu</i> )	2,13	0,65	0,72	3,5	Cengiz et al. 2010
<b>Shebhe-nazy</b> ( <i>Acanthobrama marmid</i> )	2,64	7,97	10,75	21,36	Cengiz et al. 2010
<b>Kawar</b> ( <i>Leuciscus lepidus</i> )	2,70	6,52	27,08	36,30	Cengiz et al. 2010

ALA: ácido alfa-linolénico (18:3n-3), EPA: ácido eicosapentaenoico (20:5n-3), DHA: ácido docosahexaenoico (22:6n-3).

Los datos analizados en las tablas permiten identificar diferencias en el perfil de ácidos grasos  $\omega 3$  entre peces de agua dulce y marina. En general, los peces de mar tienden a presentar mayores proporciones de EPA y DHA, asociando posiblemente al alimento que consumen y que representan fuentes primarias de estos ácidos grasos de cadena larga. En los peces de río, en cambio, se observa una mayor presencia relativa de ALA junto con una variabilidad más amplia en los niveles de EPA y DHA, influida por la diversidad de dietas y condiciones ambientales propias del medio continental.

Estas diferencias que presentan tanto las especies de agua dulce como marina reflejan que el hábitat y la alimentación condicionan el tipo y la cantidad de ácidos grasos acumulados, pero contribuyen significativamente al aporte dietario de AG  $\omega 3$ .

Si bien el consumo de pescado aporta importantes beneficios para la salud, también puede implicar ciertos riesgos. Es una fuente valiosa de nutrientes esenciales, como ácidos grasos  $\omega 3$ , proteínas, vitaminas y minerales; sin embargo, puede contener sustancias bioacumulables y contaminantes persistentes (PBTs), como el metilmercurio y los compuestos órgano-halogenados (Dórea 2008, Khalili Tilami y Sampels 2018).

Ante esta situación, resulta fundamental fomentar prácticas acuícolas sostenibles que permitan satisfacer la creciente demanda mundial de pescado sin comprometer la salud humana. Entre los principales sistemas de producción acuícola se destacan el sistema de recirculación acuícola (RAS o CLU), el cultivo en estanques, la acuicultura marina (maricultura) y los sistemas acuapónicos. Estos modelos de cría influyen significativamente en la calidad nutricional de los peces, especialmente en su perfil de ácidos grasos. Por ejemplo, el sistema RAS permite obtener peces con mayores concentraciones de ácidos grasos

poliinsaturados (PUFA), incluyendo los beneficiosos  $\omega 3$  (Chatzoglou et al. 2020, Gao et al. 2023). En los cultivos en estanques, también conocidos como acuicultura orgánica, los peces se alimentan de fitoplancton, zooplancton y otros microorganismos, lo que suele resultar en niveles elevados de EPA y DHA en comparación con los peces de cultivo intensivo (Grigorakis y Rigos 2011). El sistema acuapónico, que combina un circuito cerrado de agua con la producción de cultivos orgánicos sin suelo, también ha demostrado mejorar la calidad nutricional de los peces. Por ejemplo, la tilapia cultivada en acuaponía presentó un contenido significativamente más alto de PUFA (30,45%) frente a la cultivada convencionalmente (18,64%), y una menor proporción de AG saturados (SFA), logrando así un perfil lipídico más saludable (Badiola et al. 2012). Además, los peces criados en acuaponía suelen exhibir una proporción  $\omega 6/\omega 3$  más favorable, lo cual representa un beneficio para la salud cardiovascular (Robaina et al. 2019).

La maricultura representa otra alternativa importante. Estudios realizados con la especie dentón (*Dentex dentex*) revelaron concentraciones de ácidos grasos  $\omega 3$ , como EPA y DHA, casi el doble de las encontradas en especies comúnmente cultivadas como la dorada (*Sparus aurata*) y la lubina (*Dicentrarchus labrax*) (Pleadi et al. 2017).

En todos estos sistemas, la manipulación dietética permite modificar el perfil lipídico de los peces, optimizando así su valor nutricional (Méndez-Páez 2022), que se demuestra en un ensayo realizado con la especie *O. niloticus*, cultivada en tanques y recibiendo dietas de terminación, que permitieron alcanzar un valor deseable de 250 mg de EPA + DHA en una porción de 100 g de filete en solamente 10 días, valor recomendado para consumo humano diario por la Organización Mundial de la Salud, otorgándole así un valor económico y nutraceutico adicional (Encinas Mungarro 2023).

**Tabla 2.** Contenido de ácidos grasos  $\omega 3$  en pescados de agua salada en 100 g.

Especie	ALA (g)	EPA (g)	DHA (g)	Total	Referencia
<b>Picarel</b> ( <i>Spicara smaris</i> )	-	9,26	18,44	27,70	Cengiz et al. 2010
<b>European hake</b> ( <i>Merluccius merluccius</i> )	1,79	4,60	14,53	20,92	
<b>Black-bellied angler</b> ( <i>Lophius budegassa</i> )	0,42	2,03	14,92	17,37	
<b>Blackbelly rosefish</b> ( <i>Helicolenus dactylopterus</i> )	0,72	3,65	16,95	21,32	Olgunoglu y Artar 2016
<b>Shortnose greeneye</b> ( <i>Chlorophthalmus agassizi</i> )	0,68	3,31	14,62	18,61	
<b>Anchovy</b> ( <i>Engraulis encrasicolus</i> )	1,56	10,24	20,05	31,85	Gencbay y Turhan 2016
<b>Long tail shad</b> ( <i>Hilsa (clupea) macrura</i> )	5,98	11,83	5,96	23,77	Asmah et al. 2014
<b>Atlantic bonito</b> ( <i>Sarda sarda</i> )	-	8,12	21,52	29,64	Misir et al. 2014
<b>Spotless shad</b> ( <i>Alosa immaculata</i> )	3,9	5,48	18,08	27,46	Misir et al. 2016

<b>Salmon</b> ( <i>Salmo salar</i> )	4,27	4,18	6,81	15,26	Luczyńska et al. 2014
<b>Cod</b> ( <i>Gadus morhua</i> )	0,31	16,38	26,97	43,66	
<b>Common sole</b> ( <i>Solea solea</i> )	0,17	19,00	12,34	31,51	Luczyńska et al. 2014
<b>European flounder</b> ( <i>Platichthys flesus</i> )	0,99	9,50	6,67	17,16	
<b>Giant red shrimp</b> ( <i>Aristaeomorpha foliacea</i> )	-	12,41	9,56	21,97	Olgunoglu et al. 2015
<b>Jinga shrimps</b> ( <i>Metapenaeus affinis</i> )	-	13,54	8,28	21,82	Dinçer y Aydin 2014
<b>Swimming crab</b> ( <i>Portunus trituberculatus</i> )	0,53	15,74	15,63	31,90	He et al. 2017
<b>Blue Swimming Crab</b> ( <i>Portunus pelagicus</i> )	1,85	6,12	7,88	15,85	Javaheri et al. 2016
<b>Brown crab</b> ( <i>Cancer pagurus</i> )	-	21,5	11,32	32,85	Barrento et al. 2010
<b>Caviar from</b> ( <i>Huso huso</i> )	1,71	0,77	2,63	5,11	Abbas y Hrachya 2015
<b>Oyster</b> ( <i>Crassostrea gigas</i> )	-	20,21	7,63	27,84	Dagorn et al. 2016

ALA= ácido alfa-linolénico (18:3n-3), EPA= ácido eicosapentaenoico(20:5n-3),DHA=ácido docosahexaenoico (22:6n-3).

## CONCLUSIONES

Esta revisión destaca la importancia del consumo de pescado, para incluir altos niveles de AG  $\omega 3$  en la dieta humana, componentes lipídicos con múltiples funciones protectoras y terapéuticas sobre el organismo y que contribuyen a mejorar la salud en general.

Entre las especies que se encuentran en nuestros ríos y mar, se destacan el dorado y la anchoa como las de mayor contenido total de estos compuestos tan beneficiosos para la salud.

En general, los peces de mar tienden a presentar mayores proporciones de EPA y DHA, y en los peces de río, se observa una mayor presencia relativa de ALA junto con una variabilidad más amplia en los niveles de EPA y DHA.

Para optimizar el valor nutricional del pescado, es importante implementar manejos adecuados en las distintas metodologías de cultivo. Esto incluye la selección de especies con elevado contenido de  $\omega 3$ , un control de la alimentación y el tamaño adecuado del pez.

Se debe promover el desarrollo de emprendimientos de cría de peces tanto en nuestras cuencas de agua dulce como en la plataforma marina de nuestra región; y a la vez promocionar cambios en hábitos alimenticios de la población, ya que, por tradiciones, usos y costumbres, es muy bajo el consumo de la carne de pescado en nuestro país.

**Contribución de los autores.** THE: realizó la planificación y elaboración del trabajo, la búsqueda y selección bibliográfica, el análisis e interpretación de la información, la redacción del manuscrito y la aprobación de la versión final.

información, la redacción del manuscrito y la aprobación de la versión final. OML: realizó la planificación y elaboración del trabajo, la búsqueda y selección bibliográfica, el análisis e interpretación de la información, la redacción del manuscrito y la aprobación de la versión final.

**Declaración de conflictos de intereses.** Los autores declaran no tener conflictos de intereses financieros ni relaciones personales conocidas que pudieran haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

## ORCID

Trulls, H.E.  <https://orcid.org/0000-0001-9339-3576>  
Ortiz, M.L.  <https://orcid.org/0000-0002-3980-0131>

## REFERENCIAS

1. Abbas EM, Hrachya GH. Fatty acid composition of caviar and liver from cultured great sturgeon (*Huso huso*). *Int. Food Res. J.* 2015; 22(3): 1083-1086.
2. Abeywardena M, Patten GS. Role of  $\omega 3$  Longchain polyunsaturated fatty acids in reducing cardiovascular risk factors. *Endocr. Metab. Immune Disord. Drug Targets.* 2011; 11(3): 232-246.
3. Amato MP, Derfuss T, Hemmer B, Liblau R, Montalban X, Sørensen PS, Miller DH. Environmental modifiable risk factors for multiple sclerosis. *Mult. Scler. J.* 2018; 24(5): 590-603.
4. American Heart Association. Recomendación de consumir pescado rico en omega-3 dos veces por semana para la salud cardiovascular. 2018. Disponible en: <https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-eating/eat-smart/nutrition-basics>

5. Aroca-Divisón I, Forner-Juliá A. Omega-3 como alternativa nutricional al tratamiento de la esclerosis múltiple. *Therapeia*. 2018; 10: 95-111.
6. Asmah R, Sumaiyah SA, Nurul SR. Comparison of protein, total fat, and omega-3 fatty acids content in yellowtail catfish (*Pangasius pangasius*) and long tail shad (*Hilsa (clupea) macrura*) in raw and pressurized fish. *Int. Food Res. J.* 2014; 21(6): 2147-2153.
7. Atehortúa-Osorno AC, Velásquez-Rodríguez CM, López-Marín BE. Caracterización de diversas especies de peces como fuente de PUFAs y omega 3 según su perfil de ácidos grasos. *Perspectivas Hum. Nutr.* 2017; 19(1): 93-108.
8. Badiola M, Mendiola D, Bostock J. Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquac. Eng.* 2012; 51: 26-35.
9. Barrento S, Marques A, Teixeira B, Mendes R, Bandarra N, Pires PV, Nunes ML. Chemical composition, cholesterol, fatty acid and amino acid in two populations of brown crab *Cancer pagurus*: Ecological and human health implications. *J. Food Compos. Anal.* 2010; 23: 716-725.
10. Basak S, Mallick R, Duttaroy AK. Maternal docosahexaenoic acid status during pregnancy and its impact on infant neurodevelopment. *Nutrients*. 2020; 12(12): 3615.
11. Bhatt DL, Budoff MJ, Mason RP. A revolution in Omega-3 fatty acid research. *J Am Coll Cardiol.* 2020; 76: 2098-101.
12. Bhouri A, Jrah-Harzllah H, Dhibi M, Bouhlel I, Hammami M, Chaouch A. Nutritional fatty acid quality of raw and cooked farmed and wild sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chem.* 2010; 58: 507-512.
13. Biandolino F, Parlapian I, Denti G, Di Nardo V, Prato E. Effect of different cooking methods on lipid content and fatty acid profiles of *Mytilus galloprovincialis*. *Foods*. 2021; 10(2): 416.
14. Biandolino F, Prato E, Grattagliano A, Parlapiano I. Effect of different cooking methods on lipid content and fatty acid profile of red mullet (*Mullus barbatus*). *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2023; 73(1): 59-69.
15. Bratu A, Mihalache M, Hanganu A, Chira NA, Todaşă MC, Roşca S. Quantitative determination of fatty acids from fish oils using GC-MS method and H-NMR Spectroscopy. *U.P.B. Sci. Bull.* 2013; 75(2): 23-32.
16. Budoff MJ, Bhatt DL, Kinninger A, Lakshmanan S, Muhlestein JB, Le VT, May HT, Shaikh K, Shekar C, Roy SK, Tayek J, Nelson JR. Effect of icosapentethyl on progression of coronary atherosclerosis in patients with elevated triglycerides on statin therapy: final results of the EVAPORATE trial. *Eur Heart J.* 2020; 41: 3925-3932.
17. Bulut S, Konuk M, Uysal K, Mert R, Cemek M. Seasonal variation in the fatty acid composition and  $\omega 6/\omega 3$  ratio of the pike (*Esox lucius*) muscle living in Karamik Lake, Turkey. *Fresenius Environ. Bull.* 2010; 19(10): 2227-2231.
18. Cámpora MC. Alimentos funcionales: tecnología que hace la diferencia. *Rev. Investig. Agropecu.* 2016; 42(2): 131-137.
19. Cardoso A, Chávez K, Mollericona M. Comparación de biometrías en tres especies de carachi (*Orestias luteus*, *O. olivaceus* y *O. agassii*) obtenidos en la ciudad de El Alto, provenientes del lago Titicaca. *Revista Estudiantil Agro-Vet.* 2023; 7(1): 5-12.
20. Castro-González MI, Maafs-Rodríguez AG, Galindo-Gómez C. La dieta del paciente renal. ¿Se puede incluir pescado? *Nutr Hosp.* 2012; 27(5): 1489-1495.
21. Cengiz EI, Ünlü E, Başhan M. Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). *Turk. J. Biol.* 2010; 34: 433-438.
22. Chaowdhary-Beauty NJ, Sánchez-Moya T, Gil-Gallego M T, Anishchenko-Halkina S, Lorenzo-Quijada M, Asensi GD. Impacto de una dieta antiinflamatoria en la salud mental adulta: una revisión narrativa. *Arch. latinoam. nutr.* 2024; 74(4): 287-296.
23. Chatzoglou E, Kechagia P, Tsopelakos A, Miliou H. Co-culture of *Ulva* sp. and *Dicentrarchus labrax* in Recirculating Aquaculture System: Effects on growth, retention of nutrients and fatty acid profile. *Aquat. Living Resour.* 2020; 33(19): 1-13.
24. Cifuentes C, Rincón MÁ. Análisis del contenido de ácidos grasos y estimación de índices de calidad nutricional en conservas de atún. *RCHNUT.* 2022; 49(5): 588-597.
25. Cubero E, González X, Herrera G, Hernández O. Efectos del consumo de ácidos grasos omega-3 sobre la salud cardiovascular, cerebral y diversas enfermedades del sistema nervioso central. *Rev. Venez. Cienc. Tecnol. Aliment.* 2016; 7(1): 28-51.
26. Cusiyunca-Phoco ER, Ruiz-Espinoza J, Collachagua-Echevarria JE, Jeanette-Mendoza L, Ayala-Guevara KJ. Estudio comparativo de las características biométricas, composición proximal de macronutrientes y perfil de ácidos grasos de 3 especies del género *Orestias*. *Agroind. sci.* 2024; 14(1): 71-79.
27. Dagorn F, Couzinet-Mossion A, Kendel M, Beninger PG, Rabesaotra V, Barnathan G, Wielgosz-Collin G. Exploitable lipids and fatty acids in the invasive oyster *Crassostrea gigas* on the French Atlantic Coast. *Mar. Drugs.* 2016; 14(104): 14060104.
28. Das UN. Can bioactive lipids inactivate coronavirus (COVID-19)? *Arch Med Res.* 2020; 51(3): 282-286.
29. De Groot RHM, Emmett R, Meyer BJ. Non-dietary factors associated with n-3 long-chain PUFA levels in humans. *Br J Nutr.* 2019; 121(7): 793-808.
30. De La Barra E, Maldonado M, Vila I, Ibañez C, Jegú M, Carvajal-Vallejos FM. Resumen del conocimiento sobre la biología y taxonomía del género *Orestias* Valenciennes 1839 (Actinopterygii, Cyprinodontiformes). *Hidrobiol. Neotrop. Conserv. Acuát.* 2020; 1: 185-224.
31. De Uranga AM, Calderón SJV. Los ácidos grasos Omega 3 y Omega 6. *Rev Educ Bioquímica.* 2024; 43(2): 78-83.
32. Dinçer MT, Aydin İ. Proximate composition and mineral and fatty acid profiles of male and female jinga shrimps (*Metapenaeus affinis*, H. Milne Edwards, 1837). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2014; 38: 1-7.

33. DiNicolantonio JJ, O'Keefe JH. Importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing inflammation. *Open Heart*. 2018; 5(2): e000946.
34. Djuricic I, Calder PC. Efectos beneficiosos de los ácidos grasos poliinsaturados omega-6 y omega-3 en la salud humana. *Nutrients*. 2021; 13(7): 2421.
35. Dórea JG. Sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas en peces: Consideraciones para la salud humana. *Sci. Total Environ.* 2008; 400(1-3): 93-114.
36. Dvoretsky AG, Bichkaeva FA, Vlasova OS, Andronov SV, Dvoretsky VG. Fatty acid composition of northern pike from an Arctic River (Northeastern Siberia, Russia). *Foods*. 2023; 12(4): 764.
37. Dvoretsky AG, Bichkaeva FA, Vlasova OS, Dvoretsky VG. Composición de ácidos grasos de dos peces pequeños del río Gyda (Cuenca del mar de Kara, Siberia noroccidental, Rusia). *J. Food Compos. Anal.* 2024; 131: 106257.
38. Encinas Mungarro J. Tasa de cambio del perfil de ácidos grasos n-3 y n-6 del filete de *Oreochromis niloticus* en respuesta al lípido dietario. Tesis de maestría, Universidad de Sonora, México. 2023.
39. Ersoy B, Ozeren A. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. *Food Chem.* 2009; 115: 419-422.
40. Feliu MS, Fernández I, Slobodianik N. Importancia de los ácidos grasos omega 3 en la salud. *Actualización en Nutrición*. 2021; 22 (1): 25-32.
41. Feliu MS, Fernández I, Slobodianik N. Importancia de la nutrición en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). *Actual. Nutr.* 2022; 23(4): 204-210.
42. Ferdouse A, Leng S, Winter T, Aukema HM. The brain oxylipin profile is resistant to modulation by dietary  $\omega 6$  and  $\omega 3$  polyunsaturated fatty acids in male and female rats. *Lipids*. 2019; 54: 67-80.
43. Gao X, Zhai H, Peng Z, Yu J, Yan L, Wang W, Ren T, Han Y. Comparison of nutritional quality, flesh quality, muscle cellularity, and expression of muscle growth-related genes between wild and recirculating aquaculture system (RAS)-farmed black rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Aquacult Int.* 2023; 31: 2263-2280.
44. Gatti MB, Cabrerizo M, Chaín P, Gonzalez-Pierini E, Piazza N, Ciappini MC. Perfil nutricional y ácidos grasos de tres especies de pescados del río Paraná según su lugar de captura. *Ab Intus*. 2020; 5: 62-70.
45. Gatti MB, Chaín PN, Cabrerizo MS, Ciappini MC. Carne de boga (*Leporinus obtusidens*) sometida a diferentes técnicas de cocción: efectos en las proteínas y lípidos, con énfasis en el perfil de ácidos grasos. *Diaeta*. 2023; 41: e2304111.
46. Gencbay G, Turhan S. Proximate composition and nutritional profile of the black sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*) whole fish, fillets, and by-products. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 2016; 25(6): 864-874.
47. Ghaddar S, Saoud IP. Seasonal Changes in phosphorus content of fish tissue as they relate to diets of renal patients. *J. Ren. Nutr.* 2012; 22: 67-71.
48. Ghazali N, Boussoufa D, Navarro JC, El Cafsi, M. Lipid and fatty acid variations in muscle tissues of the 'yellow' stage of the European eel (*Anguilla anguilla*) during short-term adaptation to freshwater and seawater under food deprivation. *Mar. Freshw. Behav. Physiol.* 2013; 45(6): 385-395.
49. Giacobbe J, Benoiton B, Zunszain P, Pariante CM, Borsini A. The anti-inflammatory role of omega-3 polyunsaturated fatty acids metabolites in pre-clinical models of psychiatric, neurodegenerative, and neurological disorders. *Front. Psychiatry*. 2020; 11: 450833.
50. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reymer RA, Salminen SJ. Expert consensus document. The International Scientific Association (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol.* 2017; 14(8): 491-2.
51. Gil-Tamayo S, Mosos J, Faria A, Rueda-Rodríguez MC, Castañeda-Cardona C, Rosselli D. Suplementos nutricionales en el deterioro cognitivo y la enfermedad de Alzheimer. *Acta Neurol Colomb.* 2017; 33(1): 37-45.
52. Giménez-Benito PI. Efectos de la sustitución del aceite de pescado por una mezcla de aceites vegetales en el perfil de ácidos grasos del filete de la *Seriola dumerili*. 2017; Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Valencia, España. 2017.
53. González-Acevedo O, Hernández-Sierra J, Salazar-Martínez A. Efecto de la suplementación de omega 3 sobre IMC, ICC y composición corporal en mujeres obesas. *Arch Latinoamerican Nutr.* 2013; 63(3): 224-231.
54. Grevenoed TJ, Trammell SAJ, Svenningsen JS, Makarov MV, Svava Nielsen T, Brings Jacobsen JC. An abundant biliary metabolite derived from dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids regulates triglycerides. *J Clin Investig.* 2021; 131(6): e143861.
55. Grigorakis K, Rigos G. Aquaculture effects on environmental and public welfare-The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*. 2011; 85: 899-919.
56. Gutiérrez S, Svahn S, Johansson M. Effects of omega-3 fatty acids on immune cells. *Int J Mol Sci.* 2019; 20: 5028-5049.
57. Gutierrez-Hervas A, García-Sanjuán S, Gil-Varela S, Sanjuán-Quiles Á. Relación entre ácidos grasos omega-3/omega-6 presentes en la dieta y enfermedad inflamatoria intestinal. *Rev. Esp. Nutr. Hum. Diet.* 2019; 23(2): 92-103.
58. He J, Xuan F, Shi H, Xie J, Wang W, Wang G, Xu W. Comparison of nutritional quality of three edible tissues of the wild-caught and pond-reared swimming crab (*Portunus trituberculatus*) females. *Food Sci. Technol.* 2017; 75: 624-630.
59. Illanes A. Alimentos funcionales y biotecnología. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 2015; 17(1): 5-8.
60. Innes J, Calder P. Omega-6 fatty acids and inflammation. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids*. 2018; 132: 41-48.
61. Jacobs ML, Faizi HA, Peruzzi JA, Vlahovska PM, Kamat NP. EPA and DHA differentially modulate membrane elasticity in the presence of cholesterol. *Biophys J.* 2021; 120: 2317-2329.

62. Javaheri BM, Velayatzadeh M, Roomiani L, Khoramabadi A. Effect of sex and tissue on fatty acid composition in the meat of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) from the Persian Gulf. *Iran. J. Fish. Sci.* 2016; 15(2): 818-826.
63. Jiang H, Wang L, Wang D, Yan N, Li C, Wu M, Ma, L. Omega-3 polyunsaturated fatty acid biomarkers and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, cancer, and mortality. *Clin. Nutr.* 2022; 41(8): 1798-1807.
64. Khalili-Tilami S, Sampels S. Valor nutricional del pescado: lípidos, proteínas, vitaminas y minerales. *Rev. Fish. Sci. Aquac.* 2018; 26: 243-253.
65. Khan I, Hussain M, Jiang B, Zheng L, Pan Y, Hu J, Zou X. Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids: Metabolism and health implications. *Prog. Lipid Res.* 2023; 92: b101255.
66. Loayza E, Muñoz-Saravia, A, Ibañez C, Pouilly M, De Troch M, Janssens GPJ. Diet and body composition of two native Andean killifish of Lake Titicaca: Understanding their nutritional ecology. Proceedings of the Thirteenth Symposia of the Comparative Nutrition Society, Virtual. 2020; p. 50-54.
67. Loayza E, Muñoz-Saravia A, De Troch M, Hendriks WH, Janssens GP. Detailed whole-body nutrient analysis identifies differences in feeding ecology between related fish species: The case of *Orestias* native Andean killifish in Lake Titicaca. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2023; 107(5): 1302-1310.
68. López-Mejía L, Vergara-Vázquez M, López-Oliván F. Tratamiento nutricional en pacientes con fibrosis quística. *Acta Pediatr Mex.* 2018; 39: 81S-89S.
69. Luczyńska J, Paszczyk B, Luczyński MJ. Fatty acid profiles in marine and freshwater fish from fish markets in northeastern Poland. *Arch. Pol. Fish.* 2014; 22: 181-188.
70. Machovsky-Capuska GE, Raubenheimer D. The nutritional ecology of marine apex predators. *Annual Review of Marine Science.* 2020; 12: 361-387.
71. Mahaffey KR, Sunderlan EM, Chan HM, Choi AL, Grandjean P, Mariën K, Oken E, Sakamoto M, Miles EA, Calder PC. Influence of marine n-3 polyunsaturated fatty acids on immune function and a systematic review of their effects on clinical outcomes in rheumatoid arthritis. *British Journal of Nutrition.* 2012; 107: S171-S184.
72. Martí A, Calvo C, Martínez A. Consumo de alimentos ultraprocesados y obesidad: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria.* 2021; 38(1): 177-185.
73. Meléndez-Sosa MF, García-Barrales AM, Ventura-García NA. Perspectivas e impacto en la salud del consumo de los alimentos funcionales y nutracéuticos en México. *RD-ICUAP.* 2020; 6(1): 114-136.
74. Méndez-Páez AP. Efecto de ácidos grasos poliinsaturados en el metabolismo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) alimentados con dietas suplementadas con diferentes fuentes de aceite vegetal. Tesis de Maestría. Universidad de Córdoba. España. 2022.
75. Ministerio de Salud de la Nación. Guía de práctica clínica nacional sobre prevención, diagnóstico y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. Buenos Aires, Argentina. 2019.
76. Mısı̄r GB, Kutlu S, Çibuk S. Determination of total lipid and fatty acid composition of pearl mullet (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811). *Turk J Fish Aquat SC.* 2013; 13: 777-783.
77. Mısı̄r GB, Tufan B, Kose S. Monthly variation of total lipid and fatty acid contents of Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) of Black Sea. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2014; 49: 2668-2677.
78. Mısı̄r GB, Tufan B, Kose S. Variations in total lipid and fatty acid contents of edible muscle, liver, and roes of spotless shad, *Alosa immaculata*, during catching season in Black Sea. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 2016; 25(1): 2-14.
79. Montecillo-Aguado M, Tirado-Rodríguez B, Tong Z. Importance of the role of  $\omega 3$  and  $\omega 6$  polyunsaturated fatty acids in the progression of brain cancer. *Brain Sci.* 2020; 10: 381-399.
80. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac JC, Louzada ML, Rauber F, Khandpur N, Cediel G, Neri D, Martinez-Steele E, Baraldi LG, Jaime PC. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Health Nutr.* 2019; 22(5): 936-941.
81. Öksüz A, Mazlum Y. Determination of Proximate Composition and fatty acid profiles of *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 in Turkish freshwater resources. *Crustaceana.* 2016; 89(10): 1135-1147.
82. Olgunoglu İA. Determination of the fundamental nutritional components in fresh and hot smoked spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus*, Bank and Solander, 1794). *Sci. Res. Essays.* 2011; 6 (31): 6448-6453.
83. Olgunoglu İA, Olgunoglu MP, Artar E. Seasonal changes in biochemical composition and meay yeald of Shabut (*Barbus grypus*, Heckel 1843). *Iran. J. Fish. Sci.* 2011; 10(1): 183-189.
84. Olgunoglu İA. Seasonal variation of the fatty acid composition in the muscle of mesopotamian catfish (*Silurus Triostegus*, Heckel, 1843). from Atatürk Dam Lake (Turkey, Adiyaman). *Advences in Food Sciences.* 2013; 35(3): 126-130.
85. Olgunoglu IA, Artar E, Göçer M. Comparison of fatty acid profiles of male and female giant red shrimps (*Aristaeomorpha foliacea* Risso, 1827) obtained from Mediterranean Sea. *Italian Journal of Food Science/Rivista Italiana di Scienza degli Alimenti.* 2015; 27(4): 432-436.
86. Olgunoglu İA, Artar E. The fatty acid profiles in the muscle tissues of four benthic fish species from Northeastern Mediterranean Sea of Turkey. *Research Journal of Biotechnology.* 2016; 11(9): 71-74.
87. Olgunoglu IA. Revisión de los ácidos grasos omega-3 (n-3) en pescados y mariscos. *Revista de biología, agricultura y salud.* 2017; 7(12): 37-45.
88. Oliver C, Watson H. Omega-3 fatty acids for cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2016; 1:1-25.
89. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT). Ingesta de grasa y ácidos grasos y respuesta inflamatoria e inmunitaria. Cap. 2 p: 9-20. En: "Greasas y ácidos

- grasos en nutrición humana. Consulta de Expertos". Granada, España. 2012a. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i1953s/i1953s.pdf>
90. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT). Ingesta de grasa y ácidos grasos y respuesta inflamatoria e inmunitaria. Cap. 8 p: 99-120. En: "Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de Expertos". Granada, España. 2012b. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i1953s/i1953s.pdf>.
91. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanales. Roma. 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/artisanal-fisheries-aquaculture-2022/home/es>
92. Observatorio Sindical de la Salud Argentina. 2020. En Argentina, un prometedor estudio clínico con Omega-3 busca voluntarios entre profesionales de la salud. Disponible en: <https://osinsa.org/2020/09/11/en-argentina-un-prometedor-estudio-clinico-con-omega-3-busca-voluntarios-entre-profesionales-de-la-salud/>.
93. Panigrahy D, Gilligan M, Huang S. Inflammation resolution: a dual-pronged approach to averting cytokine storms in COVID-19? *Cancer and Metastasis Reviews*. 2020; 39: 337-340.
94. Patel A, Desai SS, Mane VK, Enman J, Rova U, Christakopoulos P, Matsakas L. Futuristic food fortification with a balanced ratio of dietary  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 omega fatty acids for the prevention of lifestyle diseases. *Trends Food Sci. Technol.* 2022; 120(3): 140-153.
95. Pinilla-Roa A, Barrera-Perdomo M. Prevención en diabetes mellitus y riesgo cardiovascular: enfoque médico y nutricional. *Rev Fac Med.* 2018; 66(3): 459-468.
96. Pleadin J, Lesic T, Kresic G, Baric Bogdanovic T, Oraic D, Vulic A, Legac A, Zrncic S. Nutritional quality of different fish species farmed in the Adriatic Sea. *Ital. J. Food Sci.* 2017; 29: 537-549.
97. Popkin BM, Corvalan C, Grummer-Strawn, LM. Dinámica de la doble carga de la desnutrición y la cambiante realidad nutricional. *The Lancet*. 2020; 395(10217): 65-74.
98. Querques G, Forte R, Souied EH. Retina and Omega-3. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2011; 1: 748361.
99. Rimm EB, Appel LJ, Chiuve SE, Djoussé L, Engler MB, Kris-Etherton PM, Lichtenstein, AH. Seafood long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease. *Aha Science Advisory from the American Heart Association. Circulation*. 2018; 138(1): e35-e47.
100. Robaina L, Pirhonen J, Mente E, Sánchez J, Goosen N. Fish diets in aquaponics. In *Aquaponics Food Production Systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future*. Cham: Springer International Publishing. 2019. p. 333-352.
101. Sala-Vila A, Fleming J, Kris-Etherton P, Ros E. Impact of  $\alpha$ -linolenic acid, the vegetable  $\omega$ 3 fatty acid, on cardiovascular disease and cognition. *Advances in Nutrition*. 2022; 13(5): 1584-1602.
102. Sanhueza-Catalán J, Durán-Agüero S, Torres-García J. Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. *Nutrición Hospitalaria*. 2015; 32(3): 1362-1375.
103. Torres-López A, Zambrano-Bermeo RN. Beneficios de los ácidos grasos omega-3 en la salud de los seres humanos. *Arch. latinoam. nutr.* 2024; 74(4): 309-318.
104. Turyk ME, Bhavar SP, Bowerman W, Boysen E, Clark M, Diamond M, Mergler M, Pantazopoulos P, Schantz S, Carpenter DO. Risks and benefits of consumption of Great Lakes fish. *Environ Health Persp.* 2012; 120(1): 11-18.
105. Vincenzo-Nava V, Turco VL, Licata P, Panayotova V, Peycheva K, Fazio F, Potorti, A G. Determination of fatty acid profile in processed fish and shellfish foods. *Foods*. 2023; 12(13): 2631.
106. Waitzberg D, Garla P. Contribución de los ácidos grasos omega-3 para la memoria y función cognitiva. *Nutr Hosp.* 2014; 30(3): 467-477.
107. Weber J, Bochi VC, Ribeiro CP, Victório AM, Emanuelli T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chem.* 2008; 106:140-146.
108. Weinberg RL, Brook RD, Rubenfire M, Eagle KA. Cardiovascular impact of nutritional supplementation with Omega-3 fatty acids. *J Am Coll Cardiol.* 2021; 77: 593-608.
109. Wu T, Mao L. Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. *Food Chem.* 2008; 110: 647-653.
110. Yasri S, Wiwanitkit V. Bioactive lipids and COVID-19. *Arch Med Res.* 2020; 51(5): 444.
111. Zhang Y, Min J, Zhang L. Antiinflammatory and immunomodulatory effects of marine n-3 polyunsaturated fatty acids on human health and diseases. *J. Ocean Univ. China*. 2019; 18(2): 481-492.
112. Zhang X, Ning X, He X, Sun X, Yu X, Cheng Y, Wu Y. Fatty acid composition analyses of commercially important fish species from the Pearl River Estuary, China. *PLoS One*. 2020; 15(1): e0228276.
113. Zhang X, Yuan T, Chen X, Liu X, Hu J, Liu Z. Effects of DHA on cognitive dysfunction in aging and Alzheimer's disease: The mediating roles of ApoE. *Prog Lipid Res.* 2024; 93:101256.