

LAS ESPECIES MARINAS COMO FUENTE DE LÍPIDOS RICOS EN ÁCIDOS OMEGA-3

Alejandra Espinosa¹, Alicia Rodríguez² y Santiago P. Aubourg³

¹ Departamento de Tecnología Médica, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

² Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

³ Departamento de Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, Vigo, España.

ASPECTOS NUTRITIVOS Y CONTENIDO EN LÍPIDOS

Desde hace varias décadas, asistimos a una propaganda constante que nos recomienda el consumo de productos marinos. Hasta entonces, se consideraba a dichos productos como alimentos buenos, pero incómodos por su fácil y rápida alteración, así como de valor inferior por esa sensación de saciar menos que otros tipos de alimentos como los cárnicos. Sin embargo, esta idea se ha ido modificando en los últimos años llegándose a considerar a los alimentos marinos como indispensables en nuestra dieta por distintos motivos.

A nivel nutritivo, las especies marinas suponen el aporte de importantes constituyentes (Simopoulos *et al.*, 1997). Así, las proteínas reflejan un alto nivel de calidad, siendo sus valores nutricionales y coeficientes de digestibilidad similares a las proteínas cárnicas. Las proteínas de origen marino están constituidas por los veinte aminoácidos fundamentales, presentando un contenido especialmente alto en aminoácidos esenciales como lisina y metionina.

A nivel de vitaminas, su aporte especialmente alto radica en las de tipo lipídico (liposolubles), como las A y D, y también la E. Se acumulan especialmente en ciertas zonas musculares (ventrales o cercanas a las vísceras) en el caso de las especies de pescado graso, y en el hígado u órgano equivalente en las especies de pescado magro e invertebrados.

Por vivir en un medio muy rico en oligoelementos, es de esperar que las especies marinas sean portadoras de numerosos macro- y micro-elementos. Así sucede, y es de destacar el aporte en halógenos y otros elementos como Ca, K, ciertos metales de transición (Fe, Cu o Zn) y Se. Este último ha

acaparado una gran atención al ser cofactor de la enzima glutatiónperoxidasa, muy importante por su papel como antioxidante endógeno.

Y finalmente, la fracción lipídica. Lo que caracteriza y distingue a las especies marinas de las que no lo son es su composición rica en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), que alcanzan cadenas de hasta 20 ó 22 átomos de carbono con un número de dobles enlaces por molécula que puede llegar a 5 ó 6. Muchas de estas propiedades positivas de los alimentos marinos se basan precisamente en la presencia de AGPI de la denominada serie ω 3 o n3.

De forma comparativa con otros tipos de alimentos, se puede decir que la composición de los productos marinos es muy similar a la de los productos cárnicos, diferenciándose ya bastante de otros tipos de alimentos, especialmente los ricos en carbohidratos (cereales, leguminosas, hortalizas y frutas). El contenido de este grupo bioquímico resulta despreciable en el pescado propiamente dicho, pero alcanza ciertos niveles en los crustáceos y moluscos, en función de la mayor o menor rigidez del medio.

El principal obstáculo para establecer la composición próxima en las especies marinas ha sido la variación relativamente grande del contenido de sus constituyentes. En concreto, esta variación se refleja especialmente en su contenido lipídico. Así, los factores que afectan al contenido de este constituyente son numerosos, pero se pueden englobar en dos bloques. Por un lado se pueden mencionar los de naturaleza intrínseca, como genética (especies magras, grasas y semigrasas), morfológica (diferente contenido según la zona muscular considerada) y fisiológica (diferencias entre sexos y como resultado del

desarrollo sexual). Por otro lado estarían factores externos o de ambiente (relativos a condiciones de vida, particularmente, temperatura del agua y facilidad de alimentación).

Es importante expresar la independencia entre los contenidos en lípidos y proteínas, en el sentido de que las variaciones en el contenido de lípidos no llevan a fluctuaciones en el de las proteínas. En cambio, sí guarda una relación fuerte con el contenido acuoso, en el sentido que se ha señalado una relación inversa entre grasa y humedad en pescado, tal que la suma de ambos suele ser del orden de 78-85 %.

LOS ÁCIDOS DE LA SERIE OMEGA-3

Tradicionalmente se ha considerado a los alimentos de origen marino como una fuente interesante en ácidos esenciales como linoleico (C18:2 ω 6) y linolénico (C18:3 ω 3), que hoy en día podríamos llamar esenciales clásicos. Serían ácidos que el organismo humano necesita pero que no es capaz de sintetizar. En la actualidad se presta gran atención a los denominados AGPI de la serie ω 3. De acuerdo con numerosas investigaciones recientes, parece que son estos ácidos en concreto los responsables de la acción positiva de los lípidos marinos en el tratamiento de ciertas enfermedades. Dado que los humanos no somos capaces de fabricar ácidos de las series ω 6 y ω 3, nos vemos en la necesidad de conseguir dichos ácidos a través de la dieta. Así, la fuente principal de los primeros serían los vegetales en general, mientras que la fuente fundamental de los segundos serían los alimentos de origen marino. Dentro de los AGPI de la serie ω 3, los más característicos y a la vez los más abundantes en las especies marinas son el de 22 átomos de carbono y 6 dobles enlaces (C22:6 ω 3), llamado ácido docosahexaenoico (DHA), y el de 20 átomos de carbono y 5 dobles enlaces (C20:5 ω 3), llamado ácido eicosapentaenoico (EPA).

Recientemente se otorga una importancia muy grande a la relación entre los contenidos en ácidos ω 3 y ω 6 (relación ω 3/ ω 6) (FAO/WHO, 2010; Simopoulos *et al.*, 2008). Como resultado de investigaciones llevadas a cabo en relación a la alimentación de épocas anteriores o de sociedades actuales poco desarrolladas desde el punto de vista tecnológico (cazadores, agricultores, etc.), se ha visto que dicha relación es prácticamente la unidad. Sin embargo en nuestra sociedad tecnológica, ya desde hace un par de siglos, este equilibrio se ha venido rompiendo en favor de los ácidos ω 6, siendo este efecto especialmente importante en las últimas décadas. Numerosas investigaciones al respecto han demostrado

una fuerte incidencia de este desequilibrio sobre enfermedades como las coronarias, desórdenes inflamatorios y de autoinmunidad, desarrollo cancerígeno, etc. Actualmente, los expertos recomiendan que el valor ω 3/ ω 6 de la dieta no sea inferior a 0.20-0.25.

La llamada “*dieta occidental*” se caracteriza por una elevada densidad calórica, un desequilibrio en la proporción de ácidos ω 3/ ω 6 en favor de los segundos, y un alto contenido en grasa saturada, grasa trans, colesterol y azúcares refinados. Como resultado, se pueden producir distintas alteraciones metabólicas entre las que se incluyen la obesidad, la resistencia a la insulina, la hiperglucemia, la dislipidemia (incremento anormal del contenido de grasa en sangre) y la hipertensión. La coexistencia de al menos tres de estas alteraciones en un mismo individuo determina el diagnóstico conocido como “*síndrome metabólico*”, un trastorno multifactorial que eleva de manera significativa el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (Cordain *et al.*, 2005). Como resultado de numerosas investigaciones, tanto en modelos animales como humanos, se ha visto que la suplementación con AGPI de la serie ω 3, especialmente EPA y DHA, constituye una de las estrategias más eficaces al objeto de balancear el desequilibrio de la relación ω 3/ ω 6.

ESTUDIO DEL CONTENIDO LIPÍDICO Y DE ÁCIDOS ω 3 EN DISTINTAS ESPECIES MARINAS

En lo que sigue de este trabajo se llevará a cabo una descripción de diversos estudios de composición en distintas especies marinas (vertebradas/invertebradas, grasas/magras y salvajes/cultivadas). En estos estudios se analizan diversos tipos de efectos, tanto intrínsecos como extrínsecos, sobre el contenido lipídico, así como sobre el perfil de ácidos ω 3 y sobre la relación ω 3/ ω 6. Asimismo, se hace especial incidencia en el contenido en los ácidos DHA y EPA por ser los más abundantes dentro del grupo de ácidos de la serie ω 3.

a) Atún blanco (*Thunnus alalunga*)

También denominado bonito del norte o albacora, es una especie de gran interés en la industria conservera, siendo el túnido más cotizado en el mercado. El estudio consideró tres zonas musculares conocidas con los nombres comerciales de tronco, tarantelo y ventresca. Por otra parte, el estudio se centró en dos clases de lípidos de características muy diferentes: fosfatidilcolina (PC, clase lipídica estructural) y triglicéridos (TG, clase lipídica de acumulación) (Gallardo *et al.*, 1989).

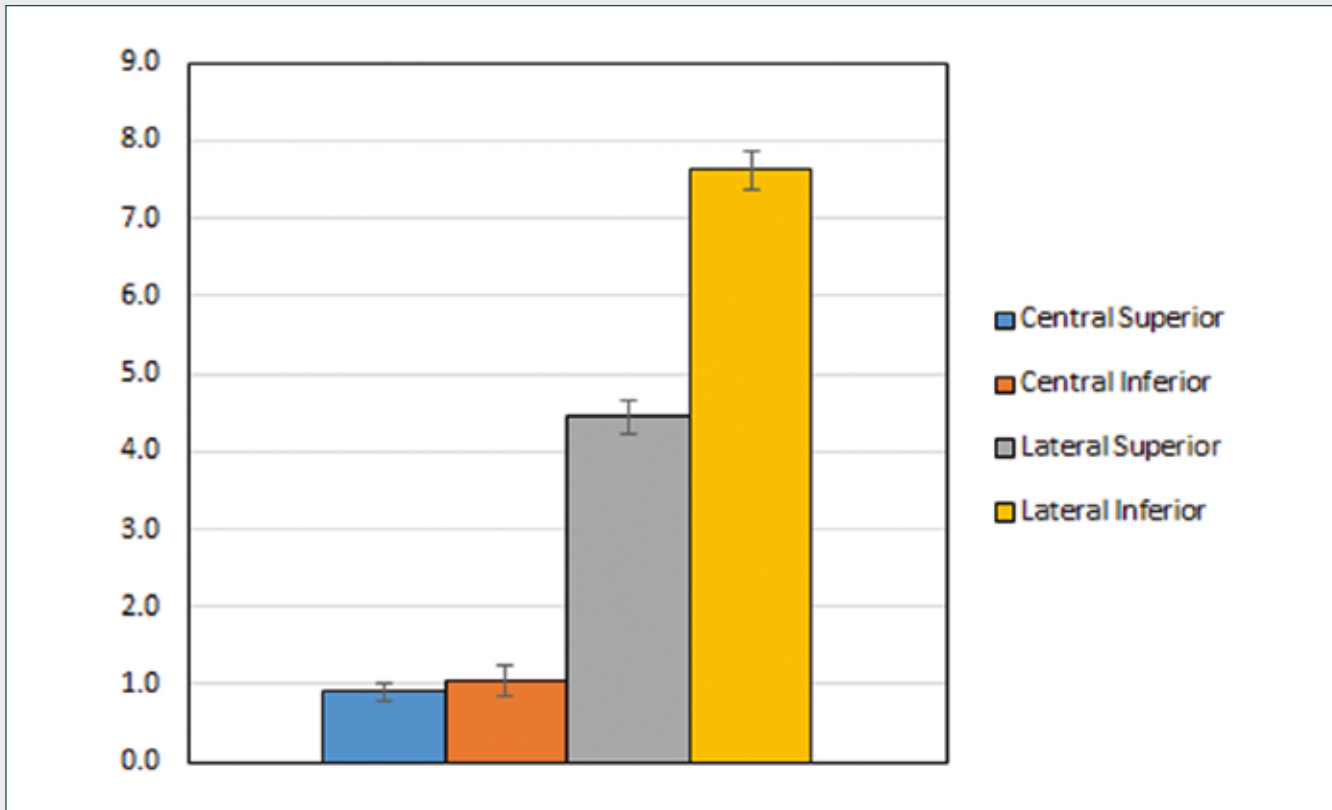


Figura 1: Contenido lipídico (g/100 g músculo) en las cuatro zonas musculares estudiadas de gallo (lados superior e inferior del cuerpo; zonas central y lateral).

Se observó una marcada diferencia zonal a nivel de contenido lipídico, siendo los valores obtenidos 5.8 (tronco), 4.3 (tarantelo) y 18.5 (ventresca), todos ellos expresados en g/100 g músculo. Se concluye por ello, que la ventresca es la zona de acumulación lipídica.

A nivel de contenido en las dos clases de lípidos seleccionadas, la clase TG reflejó valores altos en todas las zonas musculares, siendo superiores en el caso de la ventresca (92.0 g/100 g lípidos) frente a tronco y tarantelo (83.7 y 80.1 g/100 g lípidos, respectivamente). Al ser una clase de acumulación lipídica, el contenido en TG es superior en la zona muscular especializada en la acumulación lipídica.

El análisis de la PC, reflejó una distribución opuesta a los TG. Así, la ventresca reflejó el valor inferior (1.0 g/100 g lípidos), frente a 3.9 y 4.1 g/100 g lípidos para tronco y tarantelo, respectivamente. Al tratarse de una clase lipídica de tipo estructural, su contenido es menor en la zona muscular dedicada a la acumulación lipídica.

A nivel de ácidos, el EPA proporcionó valores en el rango 4.2-5.7 g/100 g ácidos grasos totales (AGT), sin reflejar diferencias entre zonas musculares ni entre las dos clases lipídicas estudiadas. Sin embargo, en el caso del DHA, su contenido fue claramente superior en la PC (30.6-36.0 g/100 g AGT) que en los TG (15.2-15.8 g/100 g AGT); en este ácido tampoco se observaron diferencias entre las zonas musculares, pero sí es de destacar su contenido claramente superior al del EPA.

El contenido en ácidos $\omega 3$ reflejó valores superiores en la PC (36.6-44.2 g/100 g AGT) frente a los TG (26.2-26.9 g/100 g AGT), sin mostrar diferencias entre zonas musculares. A nivel de la relación $\omega 3/\omega 6$, se obtuvieron valores superiores en la PC (9.4-10.4) frente a los TG (5.7-6.8), siendo de destacar valores inferiores en ventresca que en las otras dos zonas en el caso de considerar la PC. Es importante destacar que en todos los tipos de muestras estudiadas, los valores de $\omega 3/\omega 6$ son altamente recomendables para la dieta humana.

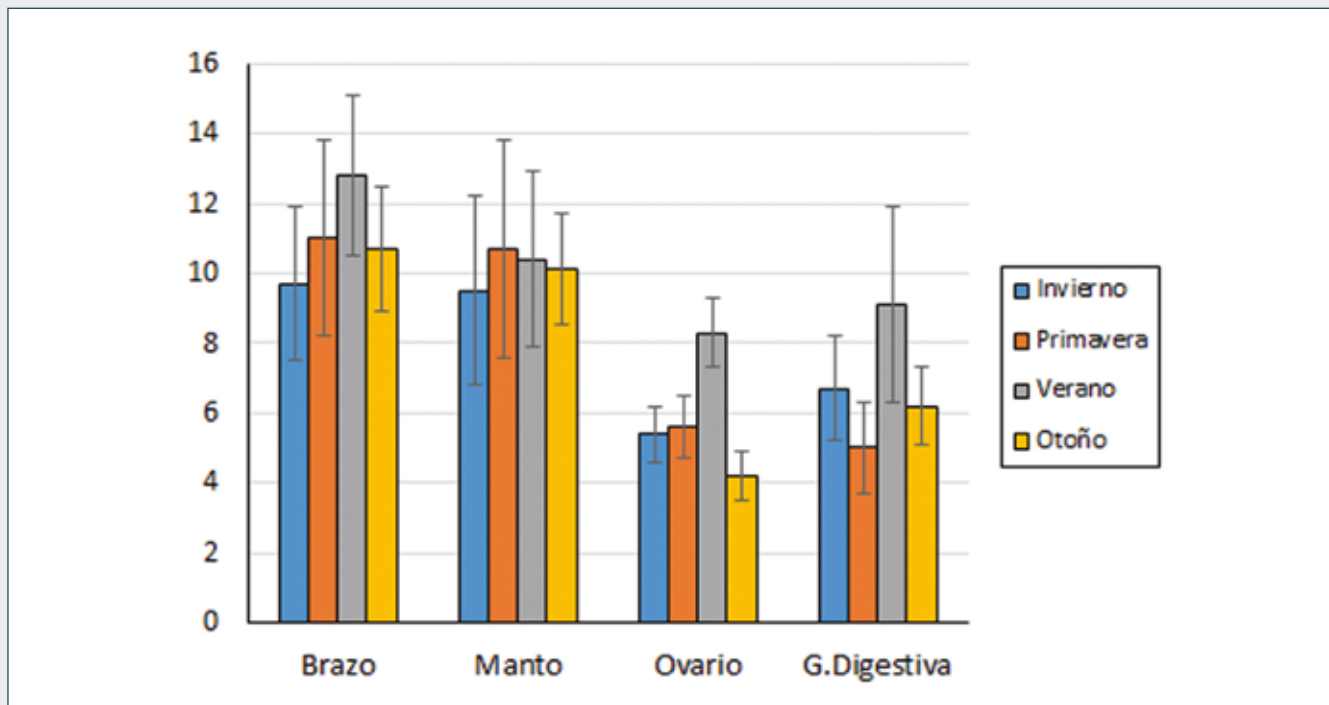


Figura 2: Valor de la relación ω_3/ω_6 en los distintos tejidos estudiados de pulpo (brazo, manto, ovario y glándula digestiva) para cada una de las estaciones del año.

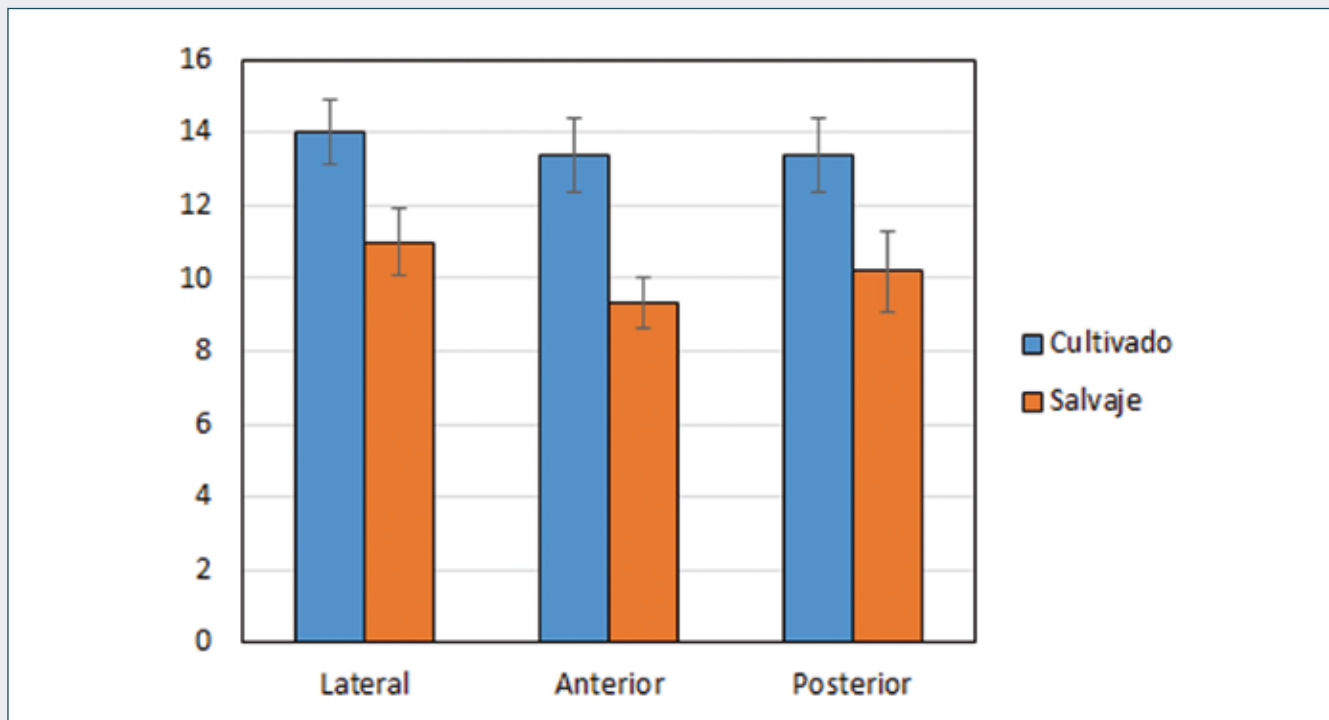


Figura 3: Contenido en ácido eicosapentaenoico (EPA; g/100g ácidos grasos totales) en las distintas zonas musculares estudiadas (lateral, anterior y posterior) para individuos cultivados y salvajes de rodaballo.

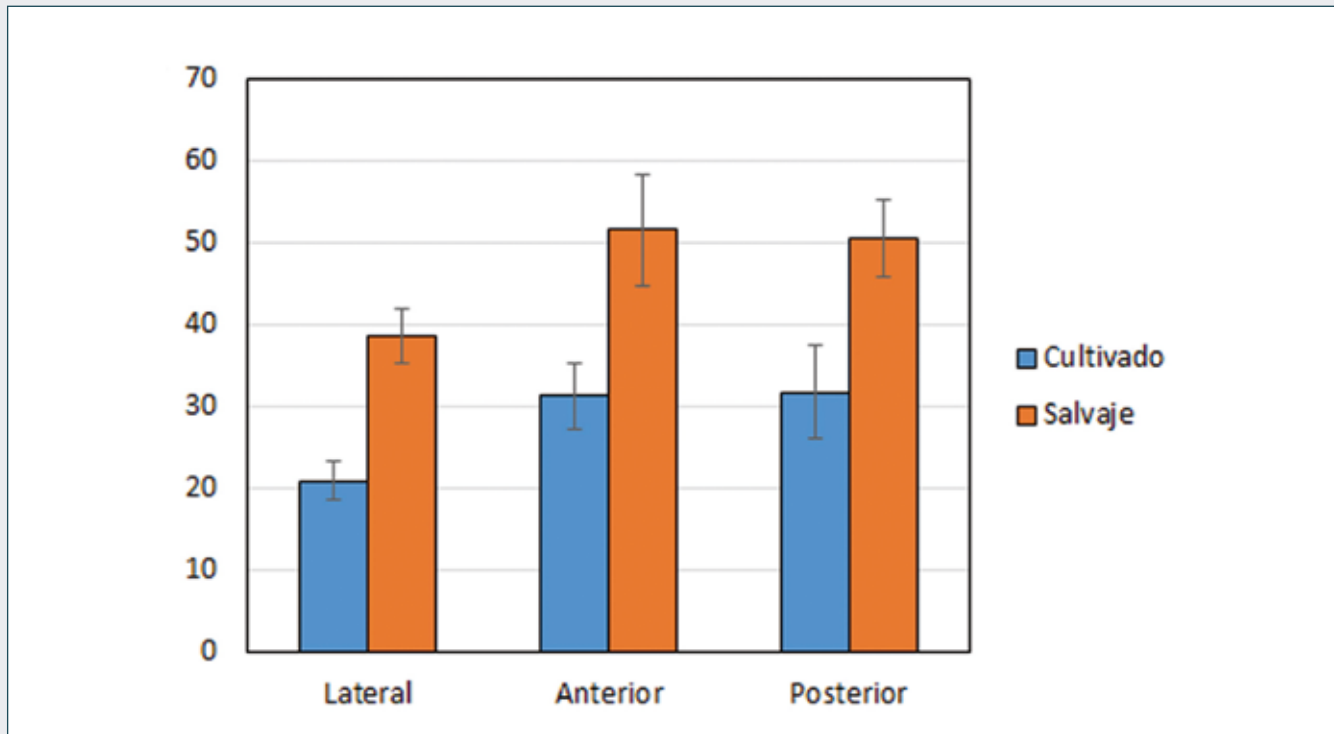


Figura 4: Contenido en ácido docosahexaenoico (DHA; g/100g ácidos grasos totales) en las distintas zonas musculares estudiadas (lateral, anterior y posterior) para individuos cultivados y salvajes de rodaballo.

b) Gallo (*Lepidorhombus whiffiagonis*)

Es una especie plana, muy abundante en el caladero de Gran Sol (Sur-Oeste de Irlanda) y apreciada por el consumidor y con una gran importancia económica. En este estudio se consideraron dos zonas musculares (central y lateral), así como los dos lados (superior e inferior) de su cuerpo (Barbosa *et al.*, 2018).

El contenido lipídico resultó ser especialmente mayor en ambas zonas laterales (4.5-7.6 g/100 g músculo) al ser comparadas con las zonas centrales (0.9-1.0 g/100 g músculo) (Figura 1). Asimismo, los valores medios del lado inferior fueron superiores a los correspondientes del lado superior.

A nivel de ácidos ω 3, el EPA reflejó contenidos mayores en las zonas laterales (50.4-51.1 mg/g lípidos) frente a las zonas centrales (45.9-47.1 mg/g lípidos) para ambos lados. El DHA indicó una distribución opuesta, siendo más abundante en las zonas centrales (167.9-173.4 mg/g lípidos) que en las laterales (120.7-122.8 mg/g lípidos).

El contenido en ácidos ω 3 mostró una distribución similar al ácido DHA, al ser el más abundante en este grupo. Así, los

valores fueron superiores en las zonas centrales (231.5-238.1 mg/g lípidos) frente a las zonas laterales (189.2-193.9 mg/g lípidos). Asimismo, el valor ω 3/ ω 6 fue claramente mayor en las zonas centrales (11.2-11.5) que en las zonas laterales (7.6-8.4). Es de destacar la escasa diferencia a nivel de composición acídica entre los dos lados del cuerpo de esta especie.

c) Pulpo (*Octopus vulgaris*)

Es un producto de gran aceptación por parte del consumidor en el Sur de Europa, especialmente en España, y en concreto en Galicia. El estudio se llevó a cabo en hembras, en cuatro tejidos (brazo, manto, ovario y glándula digestiva), llevando a cabo el estudio comparativo de individuos capturados en las cuatro estaciones del año (Sieiro *et al.*, 2006).

A nivel de contenido lipídico, brazo y manto reflejaron valores muy bajos (inferiores a 0.5 g/100 g tejido) frente a ovario (2.0-4.0 g/100 g tejido) y glándula digestiva (5.4-9.0 g/100 g tejido). Estos valores superiores en la glándula digestiva indican que este tejido es el empleado para la acumulación li-

pídica. Por ello, es en la glándula digestiva donde se pueden observar más fácilmente diferencias en el contenido lipídica a nivel estacional. Así, los valores superiores se obtuvieron en los individuos capturados en otoño (9.0 g/100 g tejido) frente a los menos grasos correspondientes a la primavera (5.4 g/100 g tejido).

En cuanto a la composición ácida, el EPA reflejó valores superiores en brazo y manto (19.1-21.4 g/100 g AGT) frente a ovario y glándula digestiva (13.4-18.1 g/100 g AGT). Tanto en ovario como en glándula digestiva, es en otoño cuando los valores resultaron ser inferiores. En cuanto al DHA, sus valores no reflejaron diferencias importantes entre los cuatro tejidos estudiados (16.7-34.2 g/100 g AGT), siendo de destacar valores medios algo inferiores en la glándula digestiva. A nivel estacional, los individuos correspondientes a la primavera reflejaron valores inferiores en ovario y glándula digestiva.

En relación a los ácidos $\omega 3$, se obtuvieron valores medios superiores en brazo y manto (50.2-55.5 g/100 g AGT) frente a ovario y glándula digestiva (41.5-54.0 g/100 g AGT). A nivel estacional, la diferencia más notable fue el valor menor en individuos de verano y otoño (45.1 g/100 g AGT) frente a los correspondientes de invierno y primavera (52.4-54.7 g/100 g AGT). La relación $\omega 3/\omega 6$ mostró valores claramente superiores en los tejidos musculares (9.5-12.8) frente a ovario y glándula digestiva (4.2-9.1) (Figura 2). En ovario y glándula digestiva, los valores superiores se obtuvieron en los individuos correspondientes a verano. Sin embargo, es de destacar el alto valor obtenido para esta relación en todas las muestras sometidas a este estudio.

d) Rodaballo (*Psetta maxima*)

Es una especie plana de gran aceptación por parte del consumidor y con un gran potencial como especie de acuicultura. En este estudio se analizaron de forma comparativa individuos maduros, tanto cultivados como salvajes, así como se consideraron tres zonas musculares distintas (anterior, posterior y lateral) (Aubourg *et al.*, 2007).

El análisis del contenido lipídico reflejó valores similares en las zonas anterior y posterior para ambos tipos de individuos (0.3-0.4 g/100 g músculo). Sin embargo, estos valores se incrementaron notablemente al considerar la zona lateral en individuos salvajes (1.6 g/100 g músculo) y cultivados (18.4 g/100 g músculo). Se concluye que para ambos tipos de individuos, la zona lateral es utilizada como zona de acumulación lipídica, de acuerdo con los resultados previamente señalados en el estudio de gallo.

El estudio de composición ácida indicó que el EPA estaba presente en valores similares en las tres zonas musculares

consideradas (Figura 3); sin embargo, los valores fueron superiores en los individuos cultivados (13.4-14.0 g/100 g AGT) que en los salvajes (9.3-11.0 g/100 g AGT). Sin embargo, el DHA indicó una distribución opuesta, siendo sus valores claramente superiores en los individuos salvajes (38.6-51.6 g/100 g AGT) frente a los cultivados (20.9-31.8 g/100 g AGT) (Figura 4); a diferencia del EPA, la distribución del DHA demostró valores superiores en las zonas anterior y posterior que en la zona lateral para ambos tipos de individuos.

El contenido en ácidos $\omega 3$ reveló una distribución similar al DHA, de acuerdo con el hecho de ser éste el ácido más abundante. Así, los individuos salvajes reflejaron contenidos superiores (51.9-62.0 g/100 g AGT) a los cultivados (39.8-51.4 g/100 g AGT), siendo los valores de la zona lateral ligeramente inferiores a los de las zonas anterior y posterior. La relación $\omega 3/\omega 6$ mostró valores claramente superiores en los individuos salvajes (13.8-14.9) frente a los cultivados (6.2-9.0); la comparación entre zonas reveló valores superiores en las zonas anterior y posterior. Sin embargo, es de destacar que todas las zonas consideradas, así como los dos tipos de individuos analizados, revelan valores altamente positivos de cara a ser incluidos en la dieta humana.

e) Besugo (*Pagellus bogaraveo*)

Es una especie muy apreciada por el consumidor, que recientemente se ha comenzado a producir en acuicultura, por lo que su potencial comercial se está viendo notablemente incrementado. En este estudio se compararon tres zonas musculares (dorsal, ventral y cola) en individuos maduros, tanto salvajes como de cultivo (Álvarez *et al.*, 2009).

A nivel de contenido lipídico, no se observaron diferencias zonales en los individuos salvajes (0.5-0.6 g/100 g músculo). Sin embargo, en el caso de los individuos de cultivo, la zona ventral reflejó un nivel superior (1.5 g/100 g músculo) que las zonas dorsal y cola (1.2 g/100 g músculo). La comparación entre los dos tipos de individuos indicó valores superiores en las tres zonas para los especímenes provenientes de cultivo.

La composición ácida indicó niveles claramente superiores de EPA en los individuos cultivados (0.80-1.01 g/kg músculo) frente a los salvajes (0.18-0.26 g/kg músculo). Sin embargo, el contenido en DHA no reflejó diferencias a nivel zonal, ni tampoco entre tipos de individuos (2.08-2.68 g/kg músculo).

El contenido en ácidos $\omega 3$ reflejó valores superiores en los individuos cultivados (3.79-4.78 g/kg músculo) frente a los salvajes (2.56-2.78 g/kg músculo), sin apenas proporcionar diferencias a nivel zonal tanto en cultivados como en salvajes. Esta diferencia entre el perfil del ácido DHA y el contenido en ácidos $\omega 3$ hace pensar en la posible inclusión en la dieta de

importantes niveles de ácido linolénico (C18:3 ω 3). Asimismo, el valor ω 3/ ω 6 mostró valores claramente superiores en el caso de los especímenes salvajes (10.7-12.1) frente a los de origen de cultivo (2.4-2.6), sin que se reflejasen diferencias a nivel zonal en cualquiera de los dos tipos de individuos considerados. La gran diferencia existente entre el contenido en ácidos ω 3 y los valores de la relación ω 3/ ω 6 hace pensar en la probable inclusión en la dieta de valores muy notables del ácido linoleico (C18:2 ω 6). En cualquier caso, el valor de esta relación puede considerarse nutricionalmente buena, incluso para los individuos correspondientes a condiciones de cultivo.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado un efecto importante sobre el contenido lipídico de distintos factores intrínsecos y extrínsecos, de acuerdo con resultados previos relacionados llevados a cabo en otras especies marinas. Así, las especies grasas tienden a acumular lípidos en determinadas zonas musculares ventrales, mientras que las magras e invertebrados lo hacen en el hígado o glándula digestiva; por su parte, las especies planas tienen tendencia a acumular lípidos en las zonas musculares laterales. La comparativa salvaje/cultivado, ha llevado a valores superiores en contenido lipídico en éstas últimas, fruto de unas condiciones de alimentación más fáciles y abundantes, así como resultado de una vida menos activa.

Del análisis de ácidos grasos, se concluye que, en todos los casos, la relación ω 3/ ω 6 es lo suficientemente alta como para que cualquiera de las muestras analizadas sea recomendada en la dieta al objeto de equilibrar dicha relación. Es de destacar que este valor es superior en el caso de zonas comestibles y en zonas que en los individuos no estén dedicadas a la acumulación lipídica. Asimismo, la comparativa salvaje/cultivado indica un valor superior en todos los casos para los especímenes correspondientes a la condición de salvaje. En todos los casos estudiados, el ácido DHA ha sido el componente mayoritario en el grupo de ácidos ω 3.

Agradecimientos

Este trabajo fue llevado a cabo con la financiación proporcionada por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT; Chile) a través del proyecto número 1181774.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, V., Medina, I., Prego, R. and Aubourg, S. P. 2009. Lipid and mineral distribution in different zones of farmed and wild blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). *European Journal of Lipid Science and Technology* 111: 957-966.
2. Aubourg, S. P., Losada, V. and Prego, R. 2007. Distribution of lipids and trace minerals in different muscle sites of farmed and wild turbot (*Psetta maxima*). *International Journal of Food Science and Technology* 42: 1456-1464.
3. Barbosa, R. G., Trigo, M., Prego, R., Fett, R., and Aubourg, S. P. 2018. The chemical composition of different edible locations (central and edge muscles) of flat fish (*Lepidorhombus whiffiagonis*). *International Journal of Food Science and Technology* 53: 271-281.
4. Cordain, L., Eaton, S., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B., O'Keefe, J., Brand-Miller, J. 2005. Origins and evolution of the Western Diet: health implications for the 21st century. *The American Journal of Clinical Nutrition*. American Society for Nutrition 81: 341-354.
5. FAO/WHO 2010. *Fats and Fatty Acids in Human Nutrition; Report of an Expert Consultation*; Food and Agriculture Organisation/World Health Organisation: Rome, Italy; 166pp.
6. Gallardo, J. M., Aubourg, S. P. and Pérez-Martín, R. 1989. Lipid classes and their fatty acids at different loci of albacore (*Thunnus alalunga*): Effects of the pre-cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37: 1060-1064.
7. Sieiro, M^a P., Aubourg, S. P., and Rocha, F. 2006. Seasonal study of lipid composition in different tissues of the common octopus (*Octopus vulgaris*). *European Journal of Lipid Science and Technology* 108: 479-487.
8. Simopoulos, A. 1997. Nutritional aspects of fish. In: *Seafood from producer to consumer, integrated approach to quality*. Luten, J., Børrensen, T., and Oehlenschläger, J. (Eds.). Elsevier Science, London, UK, pp. 589-607.
9. Simopoulos, A. 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine* SAGE Publications 233: 674-688.