

Avaluació dels nivells d'àcids grassos al gerret (*Spicara smaris* L.)

Evaluación de los niveles de ácidos grasos en el gerret (*Spicara smaris* L.)

Investigador Principal:
ANTONI SUREDA GOMILA

Equipo Investigador:
INMACULADA MONTERO GONZÁLEZ
ANTONIO BOX CENTENO
SILVIA TEJADA GAVELA
XAVIER CAPÓ FIOI
CARLA BUSQUETS CORTÉS

10 de Gener de 2018



Universitat
de les Illes Balears



Índice

Introducción.....	2
Biología de la especie.....	2
Ácidos grasos en peces.....	4
Papel de los ácidos grasos en la reproducción	5
Hipótesis.....	7
Objetivos.....	7
Material y métodos.....	8
Toma y procesamiento de muestras.	8
Protocolo para la cuantificación de grasas totales	8
Protocolo para la cuantificación de ácidos grasos específicos.....	9
Cuantificación de los datos	10
Análisis estadístico	11
Resultados.....	12
Discusión.....	20
Conclusiones.....	22
Bibliografía.....	23

Introducción

Biología de la especie

El gerret o caramel (*Spicara smaris* L., 1758), es una especie de pez marina que se encuentra ampliamente distribuida por todo el Mar Mediterráneo, Mar Negro, sur del Mar de Azov y océano Atlántico en la franja que va desde Portugal a Marruecos incluyéndose las islas Canarias y Madeira. (Heemstra, 1990; www.fishbase.org).

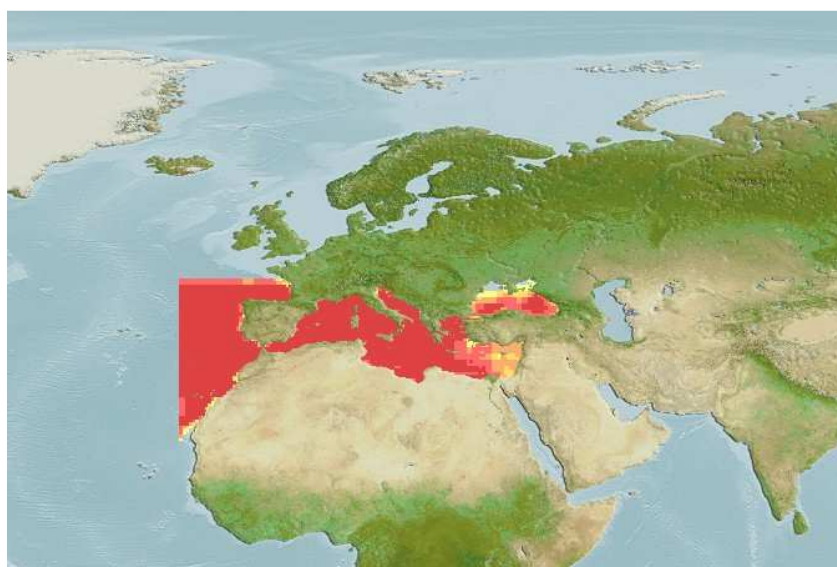


Figura 1: Mapa de distribución general de la especie *Spicara smaris* (Fuente: www.fishbase.org).

Se trata de una especie pelágica costera que acostumbra a vivir en praderas de *Posidonia oceanica*, fondos fangosos y fondos arenosos en profundidades que oscilan entre los 15 y 100 metros de profundidad, aunque puede llegar hasta profundidades de 300 metros (Dulčić y cols., 2003). Durante el invierno acostumbra a estar presente en praderas de *P. oceanica* durante el día mientras que por la noche tiende a desplazarse hacia fondos arenosos. Durante el período de puesta (entre los meses de febrero-mayo) los individuos se desplazan a zonas más profundas con predominio de fondos blandos donde elaboran nidos en los que ponen los huevos que los machos protegen.

S. smaris es una especie de pez que pertenece a la clase Actinopterygii (peces con aletas radiadas), orden perciformes y familia Centranchidae. Poseen un cuerpo alargado y estrecho, con una mandíbula superior protráctil muy útil en su alimentación. Presenta una aleta dorsal continua sin escotaduras entre la parte de radios duros y blandos. Su coloración es grisácea en

el dorso, aunque durante la época reproductora los machos presentan manchas azuladas y su vientre es plateado. Una de las características más significativas en su coloración es la mancha negra cuadrangular que presenta en los laterales. La aleta ventral y caudal carecen de coloración en las hembras, y por el contrario en el caso de los machos posee un color amarillento que se intensifica de manera notable durante su período reproductor (www.fishbase.org). Es una especie que puede llegar a los 20 cm de longitud siendo la talla general en torno a 14-16 cm y pesar unos 120 gramos, predominando el peso entre 60-80 gramos (Dulčić y cols., 2003). Es hermafrodita secuencial siendo los ejemplares primero hembras y luego pasando a machos (www.fishbase.org). En referencia a su ciclo de vida la información es poco clara ya que hay autores que hablan de un ciclo de vida de 7 años con una edad de inversión sexual en torno a los 5 años (Vidalis y Tsimenidis, 1996) y otros que hablan de unos 5 años de edad con una edad de cambio de sexo próxima a los 3 años (Ismen, 1995).



Figura 2: Cardumen de *Spicara smaris* nadando en el límite de la pradera de *Posidonia oceanica* (Izquierda) y detalle de gerret una vez pescado (Derecha).

A pesar de ser una especie ampliamente estudiada en la zona del Mediterráneo Oriental, su biología en la cuenca occidental es bastante desconocida y únicamente se conoce un trabajo de 1953 de Fernando Lozano, Monografía de centracántidos mediterráneos, con un estudio especial de la biometría, biología y anatomía de *S. smaris*.

Además de su biología como especie, no se debe olvidar la importancia de esta especie dentro del ecosistema marino como especie “forrajera” alimentándose también de pequeños invertebrados, además de ser especie alimento de muchas otras especies que están por encima en la cadena trófica como pueden ser la *Seriola dumerili*, *Dentex dentex*, y *Scorpaena scrofa*, entre otras (Box, 2017).

Ácidos grasos en peces

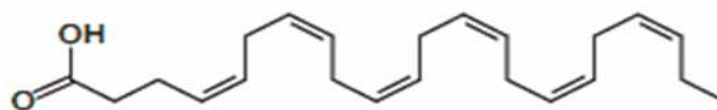
En la dieta humana los lípidos aportan alrededor del 34% de la energía (Vidal, 2007). A los lípidos se les atribuyen multitud de funciones, entre ellas, una función de reserva energética, una función estructural al formar parte de la bicapa lipídica de las membranas, una función biocatalizadora, una función transportadora (como el transporte de vitaminas liposolubles) (Kazantzis y Stahl, 2012), funciones señalizadores (mensajeros intracelulares y extracelulares), algunos son hormonas (hormones esteroideas, por ejemplo) y son vitaminas (vitaminas A, D y E). Algunos lípidos son esenciales de manera que su presencia en el organismo depende del aporte dietético. Un ácido graso se define como una biomolécula formada por una cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud o número de átomos de carbono, con un grupo carboxilo en un extremo. Los ácidos grasos se pueden clasificar según el número de insaturaciones presentes en la cadena hidrocarbonada en saturados (SFA, *saturated fatty acid*), monoinsaturados (MUFA, *monounsaturated fatty acid*) y poliinsaturados (PUFA, *polyunsaturated fatty acid*).

En los organismos, los ácidos grasos están almacenados en forma de lípidos, en órganos como el hígado, el músculo, y glándulas que sirven como los reservorios principales de energía (Hu y cols., 2009). Los alimentos de origen marino y en especial el pescado son una parte importante de la dieta mediterránea tradicional (Zlatanov y Laskaridis, 2007). Las teorías modernas de nutrición centran su atención en los numerosos efectos beneficiosos para la salud de mantener suficientes niveles de ácidos grasos en la dieta, en particular ácidos grasos de cadena larga (como C20 o el C22) sobretodo de los PUFA, los cuales son aportados principalmente por productos de origen marino (Ackman, 1988; Arts y cols., 2001; Thomas and Holub, 1994). Sus efectos beneficiosos se relacionan principalmente con sus efectos cardioprotectores. Dentro de estos ácidos grasos beneficiosos para el organismo destacan el ácido ω -3 eicosapentanoico (C20:5n-3) EPA y el ácido ω -3 decosahexanoico (C22:6n-3) DHA (Horrocks y Yeo, 1999; Leaf y cols., 1999; Zlatanov y Laskaridis, 2007).

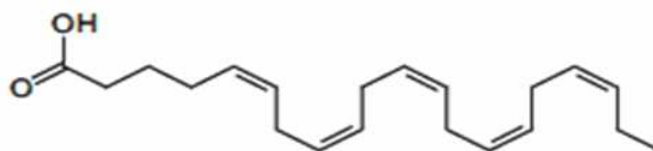
El ácido ω -3 eicosapentanoico (C20:5n-3), EPA, se ha demostrado que previene la agregación plaquetaria en plasma (Dyerberg y cols., 1978; Kinsella, 1986) y se cree que la baja incidencia de las inflamaciones agudas de miocardio es debido a la presencia de este ácido graso en las lipoproteínas plasmáticas (Dyerberg, 1986; Zlatanov y Sagredos, 1993).

El ácido ω -3 decosahexanoico (C22:6n-3), DHA, es metabolizado en prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos. (Singer, 1989; Wolfram, 1989) y se ha demostrado que este ácido

graso es 20 veces más activo que el α -linoleico en la inhibición del cáncer (Bimbo and Crowther, 1992; Zlatanos and Sagredos, 1993).



Ácido ω -3 decosahexanoico (C22:6n-3) DHA



Ácido ω -3 eicosapentanoico (C20:5n-3), EPA

Figura 3: Imagen representativa de los principales ácidos grasos omega 3: ácido ω -3 decosahexanoico (C22:6n-3) DHA y ácido ω -3 eicosapentanoico (C20:5n-3) EPA.

Gran parte de estos ácidos grasos cardioprotectores son ácidos grasos esenciales, puesto que no son sintetizados eficientemente de forma natural por nuestro organismo como para cubrir nuestras necesidades (Arts y cols., 2001). Dentro de los ácidos grasos esenciales se encuentran ácidos grasos de las series conocidas como Omega 3 (ω -3) como son el EPA y el DHA y Omega 6 (ω -6). La necesidad de aumentar el consumo de ácidos grasos esenciales, especialmente los omega-3 ha propiciado el diseño de un número elevado de alimentos funcionales enriquecidos en este tipo de ácidos grasos. En el mercado podemos encontrar una amplia variedad de estos productos, como leches, yogures, etc., enriquecidas con este tipo de ácidos grasos. Sin embargo, se pueden conseguir los niveles adecuados de estos ácidos grasos esenciales a través de la dieta, incorporando alimentos ricos en estos compuestos como los de origen marino.

Papel de los ácidos grasos en la reproducción

En las membranas biológicas, la composición de ácidos grasos domina la mayoría de las características biofísicas como la fluidez y la flexibilidad, las cuales determinan los futuros metabolismos fisiológicos de las células como la motilidad espermática y la capacidad de fertilización (Ladha, 1998). En los organismos, los ácidos grasos están almacenados en forma de lípidos, en órganos como el hígado, en musculo y en glándulas que sirven como los mayores reservorios para su almacenamiento (Hu y cols., 2009). Está evidenciado que los órganos de almacenamiento de los lípidos cambian durante la vida del animal, algunas veces inducidos por

el ambiente, con cambios de temperatura o disponibilidad del alimento (Martinez y cols., 2000).

Las variaciones estacionales de los niveles de lípidos en peces están relacionadas fundamentalmente con el ciclo reproductivo: los peces acumulan grandes reservas de grasa durante la primavera y principios del verano cuando hay más abundancia de alimento, para luego desarrollar las gónadas a finales de invierno-principios de primavera.

Hasta la fecha, los estudios se han centrado en la identificación y la composición de los ácidos grasos en el tejido animal, dejando de lado sistemáticamente la investigación de sus funciones específicas en la formación celular y los procesos vitales (Hu y cols., 2009).

Las gónadas tienen la responsabilidad de la gametogénesis, y consumen en dicho proceso gran cantidad de energía y nutrientes (Hu y cols., 2009). Los lípidos proveen de materiales estructurales y energéticos para el desarrollo gonadal (Mathieu and Lubet, 1993). Durante la formación de la gónada, los ácidos grasos son movilizados desde las reservas de lípidos neutros del tejido adiposo y muscular, y son llevados por la sangre hasta el hígado, donde van a formar la vitelogenina, lipoproteína específica del huevo. (Napolitano y Ackman, 1992; Soudant y cols., 1997). El incremento de los lípidos en las gónadas está asociado a una disminución de los mismos en el musculo (Ansell, 1974). En las dietas de los animales reproductores, los lípidos son los que más influyen en la composición de los huevos y, de hecho, el patrón de ácidos grasos se corresponde de forma notable con el de la dieta, y sus deficiencias producen puestas de menor cantidad y calidad y deficiencias en las larvas (Watanabe, 1987).

La espermatogénesis es diferente a la vitelogénesis en muchos aspectos, su estructura, tamaño, función y carácter en la fertilización (Hu y cols., 2009). Los espermatozoides no hacen una acumulación de reservas lipídicas y, principalmente, éstos son incorporados en su membrana (Soudant y cols., 1997). Por esta razón, la composición de ácidos grasos es importante en espermatozoides ya que le otorgan la estabilidad necesaria para la membrana, mientras que una composición inadecuada puede llevar a la esterilidad (Arienti y cols., 1998).

Hipótesis.

Se pretende demostrar que la cantidad de ácidos grasos totales en el musculo de la *S. smaris*, al tratarse de un pescado blanco, no supera el 2%, haciendo que esta especie se catalogue dentro de las que poseen un muy bajo contenido en grasas. Además, de forma similar a otras especies como la sardina o el boquerón se prevé que el contenido en ácidos grasos cardiosaludables omega 3 (DHA y EPA) estarán presentes en cantidades notables.

Debido a diferente disponibilidad de alimento a lo largo del año, y teniendo en cuenta las propias variaciones fisiológicas del pez por el propio ciclo reproductivo, se pretende poner de manifiesto que las proporciones de ácidos grasos fluctúan a lo largo del año.

Objetivos.

Para el hombre, el pescado ha sido alimento desde hace muchos siglos, y el interés por estudiar la composición y beneficios nutricionales de su consumo es importante para fomentar su consumo. Hoy en día, la occidentalización de la dieta provoca que la dieta Mediterránea tradicional saludable rica en productos de origen vegetal y pescados se vea sustituida por otro tipo de dieta en la que predominan alimentos procesados y el fast-food. Este cambio provoca que alimentos tradicionales como el gerret vaya perdiendo importancia en las cocinas de las familias y en la dieta, con los efectos añadidos sobre la economía pesquera tradicional que va perdiendo mercado.

El objetivo principal de este estudio es cuantificar la cantidad de ácidos grasos que se encuentran en el tejido muscular de *S. smaris* y la relación de los mismos con las variaciones físicas experimentadas por los individuos a la hora de la reproducción.

Se pretende no solo conocer los valores totales de ácidos grasos en el organismo, sino también conocer su composición, haciendo especial referencia a los ácidos grasos omega 2 por sus posibles beneficios que pueden aportar a los consumidores. Se pretende divulgar y aumentar el conocimiento sobre el valor nutritivo cardiosaludable de esta especie para fomentar su consumo y contribuir a la recuperación del valor de la pesca artesanal.

Material y métodos

Toma y procesamiento de muestras.

Las muestras de *S. smaris* para llevar a cabo este estudio se han tomado de forma aleatoria alrededor de la isla de Ibiza, con la colaboración de las embarcaciones de artes de tiro tradicional y de arrastre, debido a la migración estacional de la especie de aguas más cercanas a la costa a aguas más profundas. Para la determinación de los niveles de grasas totales y de los diferentes ácidos grasos se han seleccionado 10 individuos (5 machos y 5 hembras) durante cada mes del año con una talla lo más homogénea posible.

Una vez en el laboratorio, cada espécimen se disecciona en frío y se extraen dos submuestras de músculo de la zona dorsal de aproximadamente 0,5g cada una. La primera submuestra se empleará para la cuantificación de las grasas totales, mientras que la segunda submuestras se utilizará para la purificación y posterior cuantificación por separado de cada uno de los ácidos grasos.

Protocolo para la cuantificación de grasas totales

La extracción de ácidos grasos totales basa en la extracción de los lípidos totales utilizando una mezcla de disolventes orgánicos con una polaridad adecuada cuya composición fue inicialmente definida por Jordi Folch y cols., 1957 (Folch y cols., 1957).

1. Pesar 0.5g de muestra (anotando el peso real).
2. Añadir 10 ml de una solución de cloroformo:metanol.
3. Homogeneizar con un dispersor automático hasta conseguir la completa disgregación del tejido y transferir la mezcla a un tubo de vidrio.
4. Añadir 2ml de NaCl al 0,45%.
5. Agitación durante 1h en un agitador rotatorio.
6. Centrifugar (10min; 4°C; 3000 rpm).
7. Aparecen dos fases, una fase inferior clorofórmica en la que están los lípidos y una fase acuosa superior con metanol donde se encuentran las impurezas. Extraer la fase superior acuosa con una pipeta Pasteur y descartarla.
8. A la fase inferior clorofórmica se le añade metanol puro hasta enrasar a 10 mL, de manera que se repondrá la proporción 2:1 de cloroformo:metanol.
9. Anadir 2ml de NaCl al 0,9%.

10. Agitación durante 1h.
11. Centrifugar (10min; 4°C; 3000 rpm).
12. Se recoge la fase inferior evitando al máximo las impurezas y se traspasa a un nuevo tubo.
13. Pesar vial vacío secado previamente en una estufa a 60°C durante 24 h, y atemperarse antes de ser pesado.
14. Añadir la fase inferior al vial y llevar a la estufa y dejarlo secando toda la noche a 24h hasta conseguir la evaporación total del disolvente.
15. Pesar el vial con el residuo lipídico.

Protocolo para la cuantificación de ácidos grasos específicos.

El procedimiento para la determinación y cuantificación de los ácidos grasos aislados de basa en la misma metodología que para la determinación de las grasas totales con la diferencia que se adiciona un patrón interno para cuantificar y un patrón externo para identificar las muestras.

1. Pesar 0.5g de muestra (anotando el peso real).
2. Añadir 10 ml de cloroformo:metanol (2:1).
3. Homogeneizar.
4. Añadir 50µl del ácido graso heptadecanoico, C17:0. Se utiliza el ácido graso de 17 carbonos sin dobles enlaces, C17:0, como patrón puesto que en tejidos animales no se sintetizan de forma natural ácidos grasos con un número de carbonos impares.
5. Añadir 2ml de NaCl al 0,45%.
6. Agitación durante 1h.
7. Centrifugar (10min; 4°C; 3000 rpm).
8. Quitar sobrenadante.
9. Enrasar con metanol.
10. Anadir 2ml de NaCl al 0,9%.
11. Agitación durante 1h.
12. Centrifugar (10min; 4°C; 3000 rpm).
13. Recolección de la fase inferior.
14. Secar con una corriente de nitrógeno (N₂) a 55°C
15. Resuspender el precipitado donde se encuentran los lípidos con 2ml de Hexano

16. Separar una fracción de 75µl y añadir 25µl de reactivo de derivatización (Meth-Prep™ II) para metilar las cadenas de ácidos grasos es que puedan volverse volátiles y así ser detectadas por el cromatógrafo de gases.
17. Llevar las muestras derivatizadas al cromatógrafo de gases.

Cuantificación de los datos

Para la cuantificación de los datos se utilizó una cromatografía de gases. Se inyectó una alícuota de 1 µL de cada muestra en el cromatógrafo de gases utilizando helio como fase móvil a un flujo de 2,17 ml/min (Martorell y cols., 2014).

El cromatógrafo de gases era un modelo Agilent 5890 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EEUU), con un detector de ionización de llama (FID) y la columna era una columna Supelcowax® 10 Capillary GC, 30 mx 0,53 mM, df 0,50 µM (Supelco, Bellefonte, PA, EEUU). La separación se realizó con una curva de temperatura, comenzando a 150°C y con un aumento gradual de temperatura de 4 ° C cada minuto hasta llegar a los 260°C y luego se mantuvo una temperatura isotérmica durante 15 min.

La separación cromatográfica nos proporcionaba una imagen como la de la que se representa en la Figura 1. Donde cada pico corresponde con cada uno de los diferentes ácidos grasos eluidos a diferentes tiempos. El área del pico nos indica la cantidad que hay de cada uno de los ácidos grasos. Para poder extrapolar los resultados a microgramos se usaron ácidos grasos individuales obtenidos comercialmente tratados como las muestras de músculo y una mezcla de ésteres metílicos de estos ácidos grasos para identificar los picos de cromatografía. La cuantificación de los diferentes ácidos grasos se realizó a partir del pico estándar interno (C17:0) y el factor de respuesta de corrección.

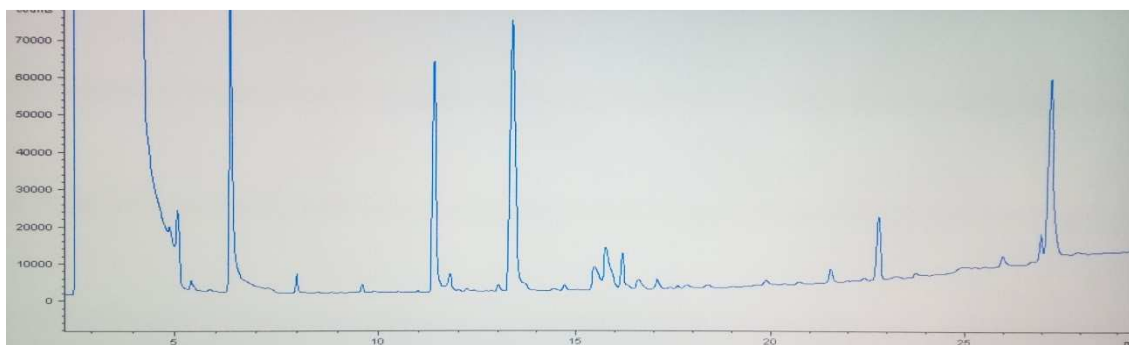


Figura 4. Imagen representativa de un cromatograma de músculo de *S. smarís*.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico para ciencias sociales (IBM SPSS v.21.0 para Windows). Los resultados se expresan como media \pm SEM y $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativo. La significancia estadística de los datos fue evaluada por medio del test de Kruskal-Wallis y una significancia de $p < 0.05$ se considera como significativa.

Resultados

Las tallas medias de los individuos analizados son 16,8cm para los machos dentro de un rango de tallas de (15.0 – 19.0) y 14.4cm para las hembras, dentro de un rango de tallas de (11.6 – 16.4). Dentro de los especímenes capturados a lo largo de todo el estudio se ha obtenido algunos con una talla inferior a los 9 cm y otros de talla que supera los 21 cm. La diferencia de tamaño entre machos y hembras es normal, y se debe al hecho que los individuos maduran como hembras y ya cuando son adultos se transforman en machos.

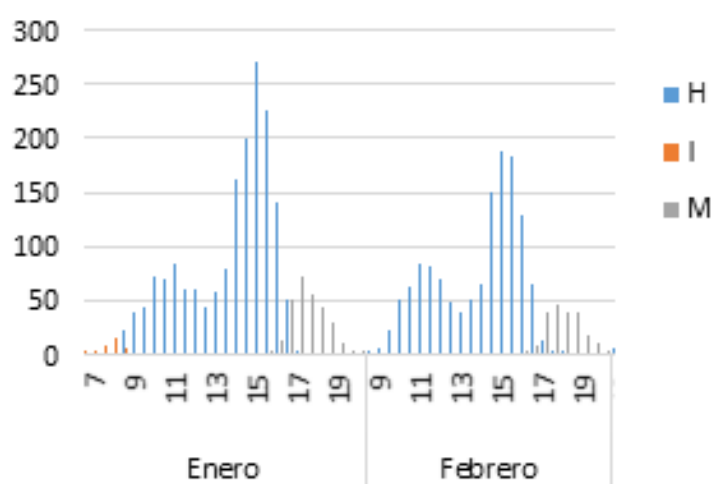


Figura 5. Imagen representativa de la distribución de tallas de *S. smarís* obtenidos en los meses de mayor número de capturas. Se observan las distribuciones de talla de las hembras (H), machos (M), y de los inmaduros (I).

Una vez analizado el contenido de ácidos grasos totales, se ha evidenciado que la cantidad total de ácidos grasos en músculo de *S. smarís* es de $4,17 \pm 0,43$ μg por cada 100 gramos de tejido muscular seco. Al analizar la distribución de grasa a lo largo del año se observa un aumento significativo de los depósitos en los meses de marzo y abril, probablemente para hacer frente a la época de reproducción y asegurar una correcta gametogénesis, seguido de un descenso brusco y acusado en los meses posteriores (mayo-julio).

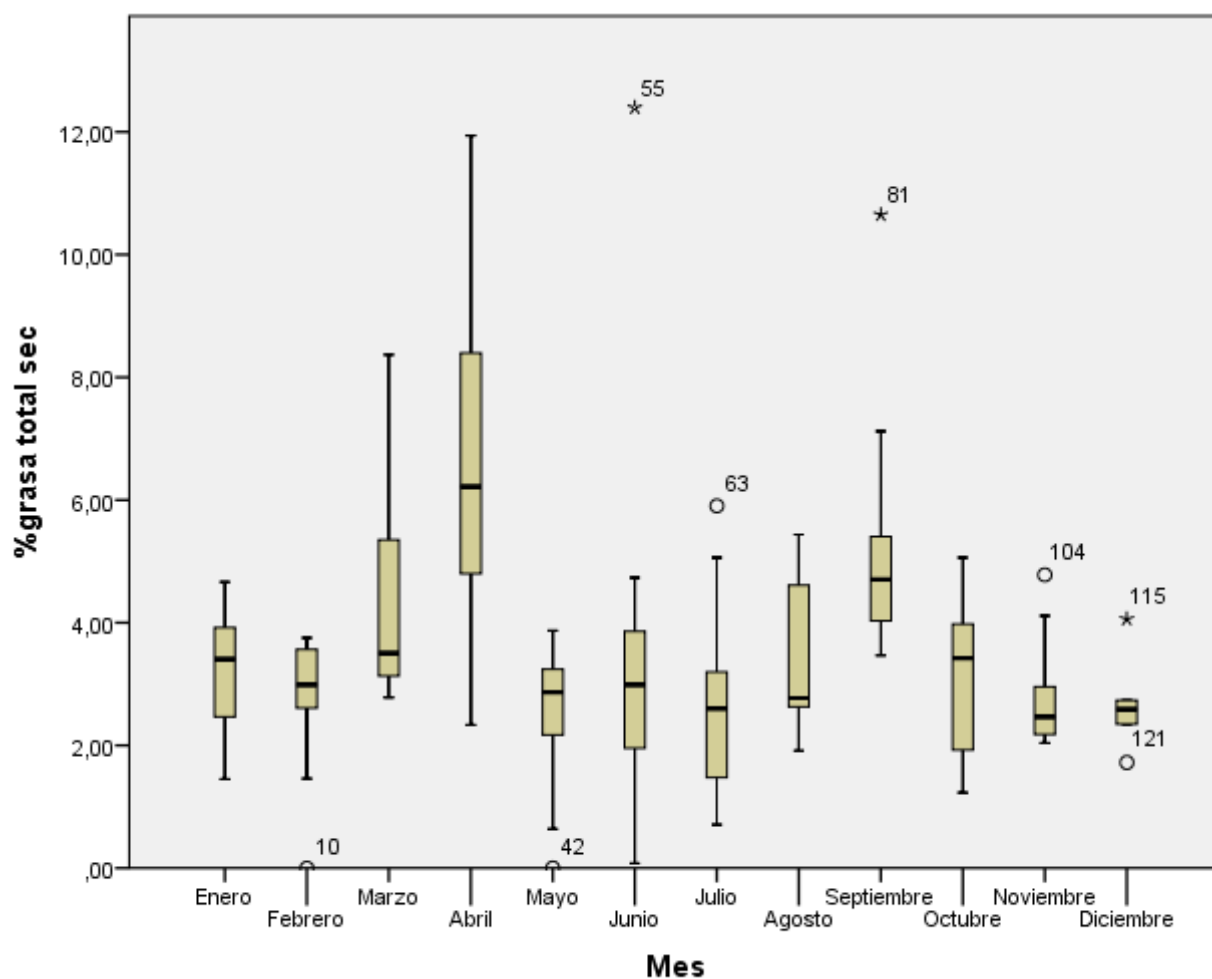


Figura 6. Porcentaje de grasas totales (%) en el músculo de *S. smarvis* a lo largo del año.

Si se analizan los diferentes tipos de ácidos grasos según sean saturados, monoinsaturados o poliinsaturados se puede observar como existe una clara predominancia de los ácidos grasos poliinsaturados, con un porcentaje que supera el 75% del total de ácidos grasos. En segundo lugar, encontramos los ácidos grasos monoinsaturados con un porcentaje en torno al 18%, mientras que los ácidos grasos saturados constituyen únicamente el 7% del total. Esta distribución claramente pone en evidencia la presencia de ácidos grasos de perfil saludable frente a los considerados potencialmente perjudiciales.

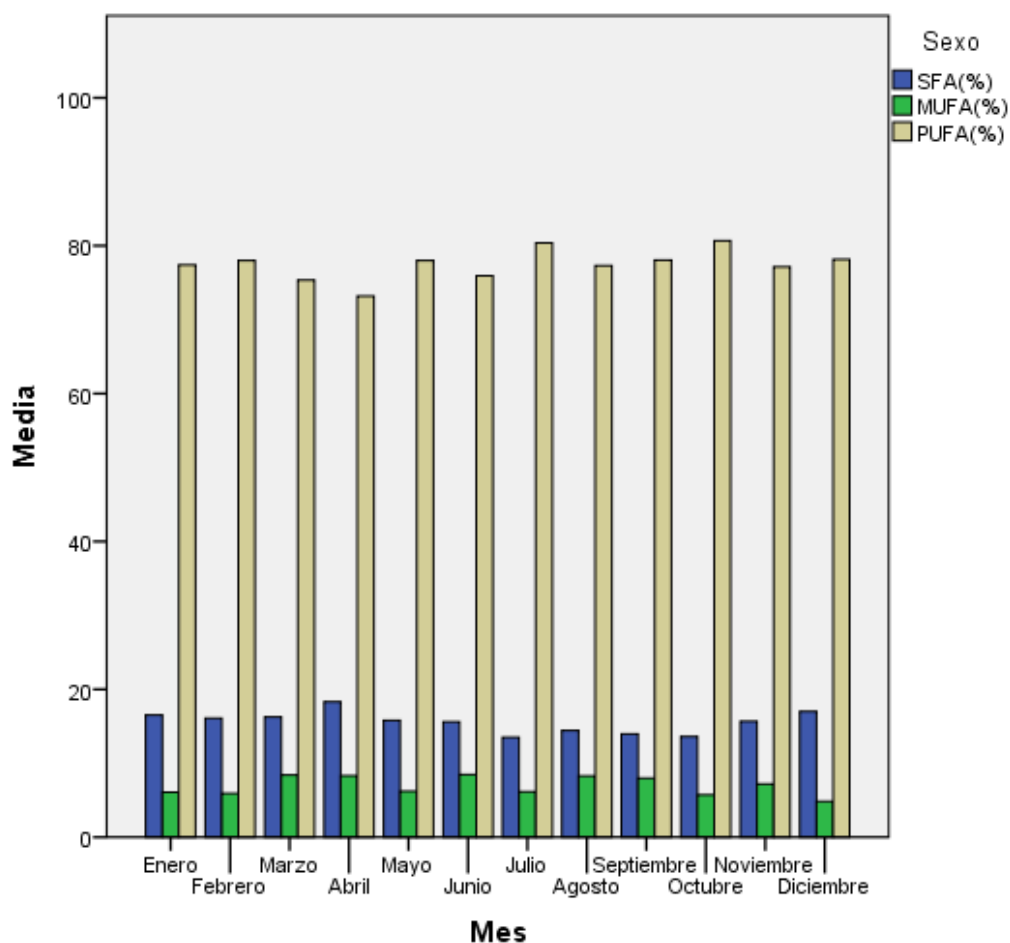


Figura 7. Porcentaje de los diferentes grupos de ácidos grasos (%) en el músculo de *S. smarís* a lo largo del año: ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA).

Al analizar las proporciones de los diferentes ácidos grasos se observa como éstas son muy variables, con una clara predominancia del DHA frente al resto de ácidos grasos extraídos en el músculo, con $61,74\% \pm 9,13$ de la totalidad. Seguido por el EPA, que constituye un $10,42\% \pm 3,11$. En este sentido, los ácidos grasos omega 3 suponen en torno al 70% del total de los ácidos grasos presentes en el músculo de *S. smarís*.

La distribución del ácido graso C22:6 (DHA) a lo largo de los meses se mantiene estable, sin variaciones estadísticamente significativas a lo largo del año (Figura 8). Este dato tiene interés nutricional, ya que el ácido graso más abundante y que además es un ácido graso esencial y cardiosaludable no varía a lo largo del año por lo que el pescado mantiene sus valores nutricionales elevados.

La distribución del ácido graso C20:5 (EPA) en el músculo sí que varía de forma significativa a lo largo del año (Figura 8). Estas fluctuaciones pueden ir asociadas a los cambios que sufre el

organismo para la reproducción ya que se observan los picos máximos durante la época de puesta y cuidado de los nidos, seguido de una disminución considerable de los valores.

El resto de ácidos grasos también presenta un patrón de variación similar, con mayores valores durante el período previo a la puesta y una posterior disminución. Con esto podemos concluir que los valores de los ácidos grasos más importantes fluctúan a lo largo de los meses del año, a excepción de los valores de DHA, como veremos a continuación. En la figura 9 se puede observar las variaciones de los diferentes ácidos grasos asociadas a cada uno de los sexos.

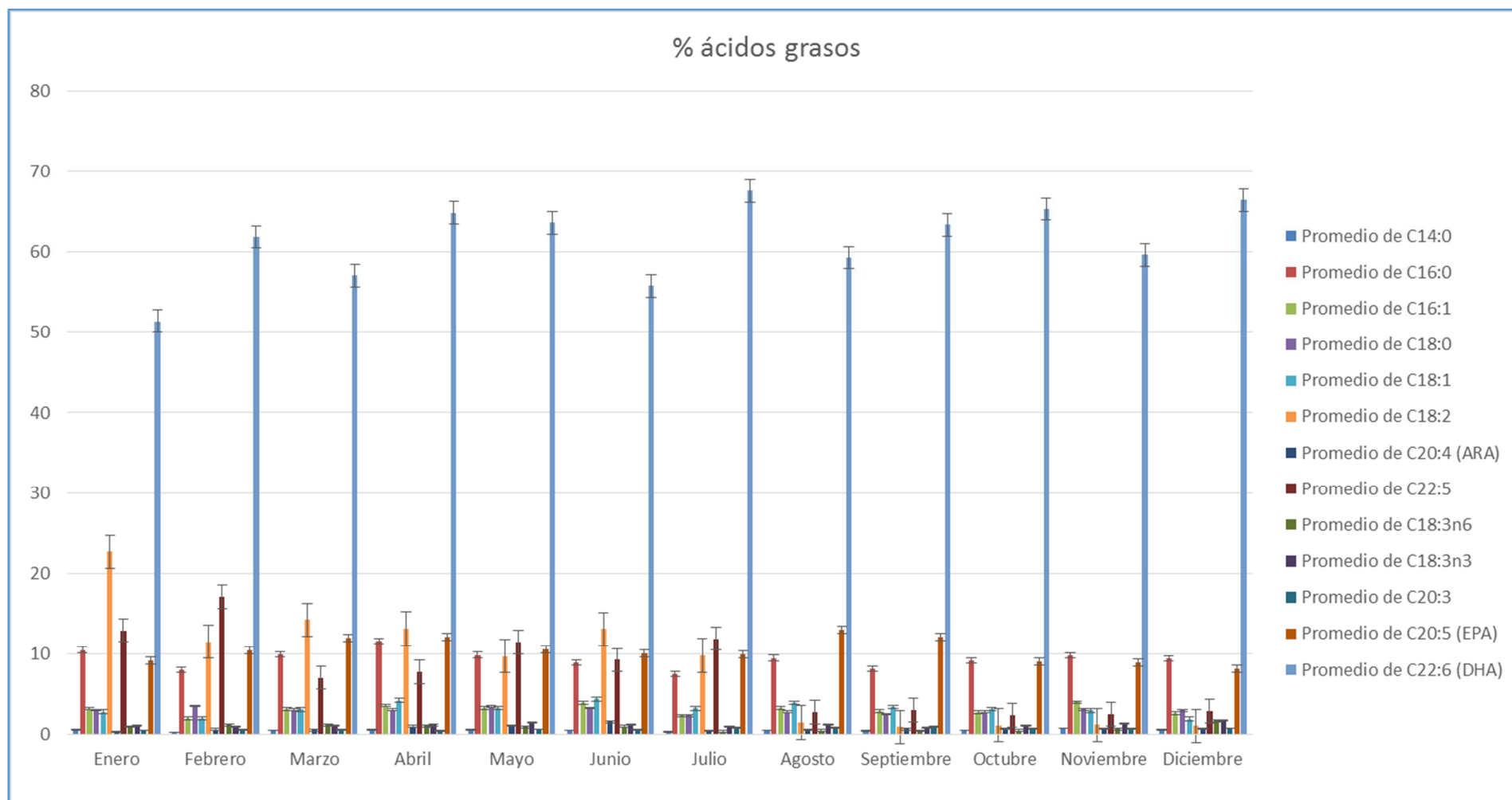


Figura 8. Porcentaje de los diferentes ácidos grasos (%) separados y cuantificados de forma individual en el músculo de *S. smarís* a lo largo del año.

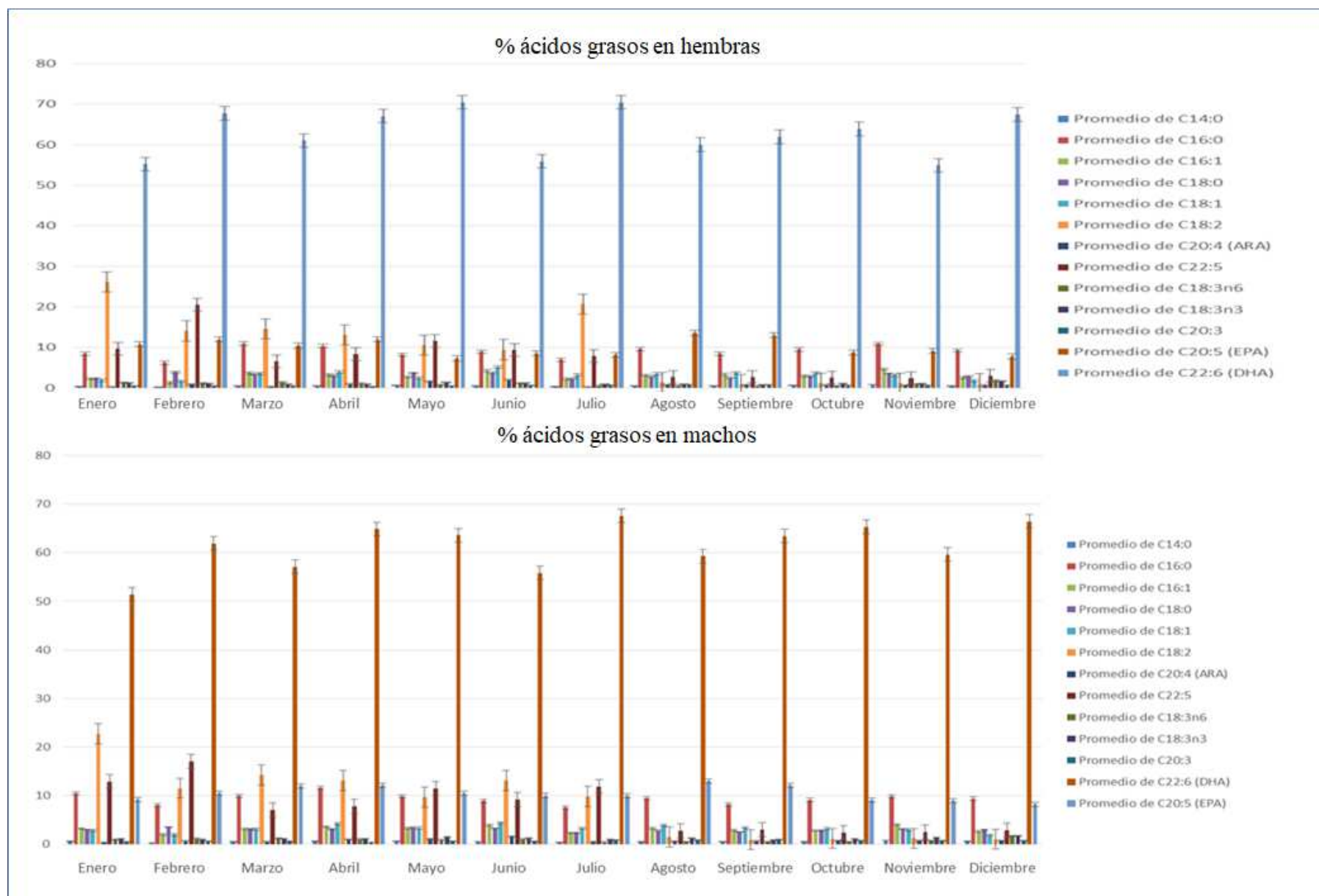


Figura 9. Porcentaje de los diferentes ácidos grasos (%) separados y cuantificados de forma individual en el músculo de *S. smarís* a lo largo del año en hembras (arriba) y machos (abajo).

En la figura 10 se muestran las fluctuaciones de los porcentajes de DHA separada por sexos. Vemos que las variaciones mensuales son pequeñas y en ningún mes llegan a ser significativas. En la misma figura se observan también los cambios en EPA, donde se aprecia una campana con su máximo en los meses estivales para los machos. En el caso de las hembras este aumento es menos significativo, pero en cambio, sí se observa un descenso de este ácido graso en los meses del desove y posteriormente hay otro descenso en el momento en el que las hembras comienzan a preparar sus organismos para el comienzo del próximo ciclo reproductivo. Con estos datos podemos afirmar que las fluctuaciones del EPA en el músculo de *S. smarís* está asociado al ciclo reproductivo.

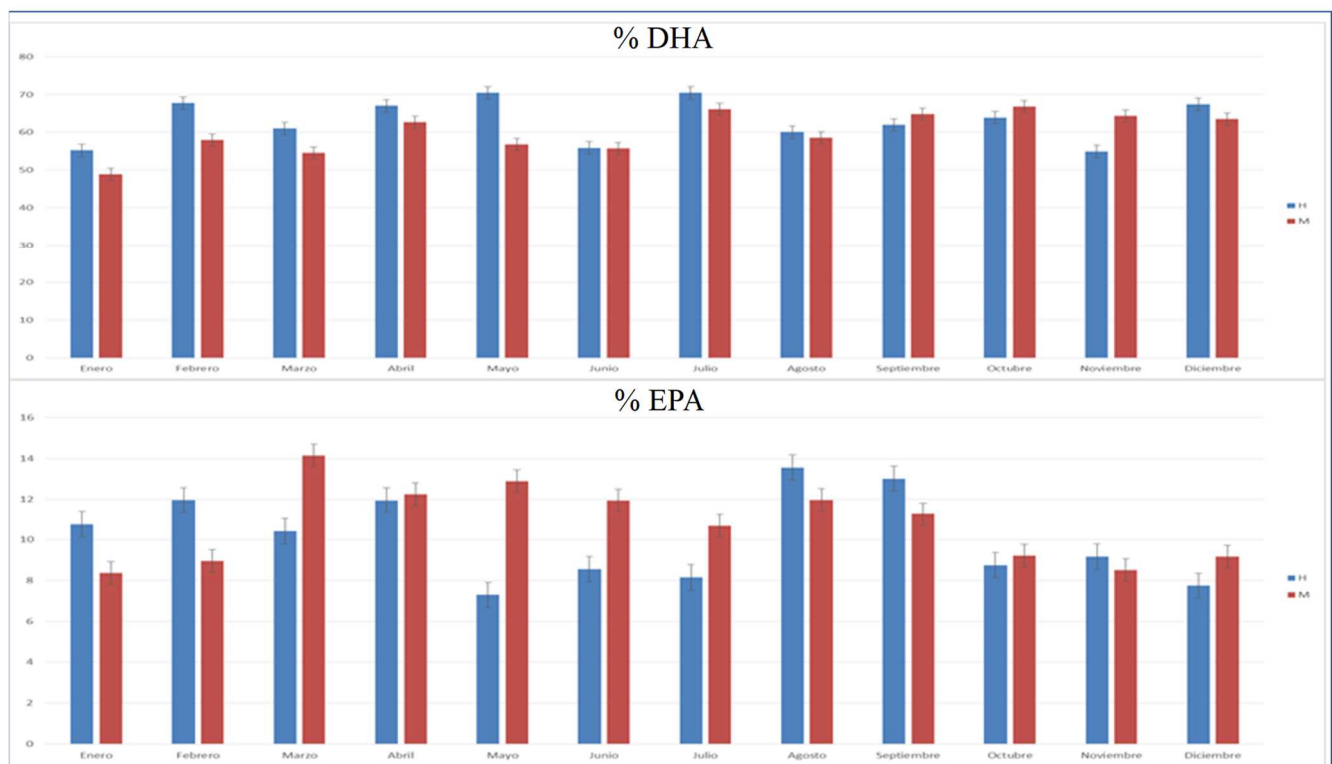


Figura 10. Porcentaje de los ácidos grasos (%) DHA (arriba) y EPA (abajo) en el músculo de *S. smarís* a lo largo del año en hembras (azul) y machos (rojo).

Discusión

La salud es un pilar esencial del bienestar de las personas y dentro de ella una correcta dieta juega un papel esencial. Existen multitud de estudios que relacionan una dieta mediterránea con productos tradicionales y poco procesados con una menor incidencia de numerosas enfermedades (Pelucchi y cols., 2009; Sofi y cols., 2008). Hoy en día se encuentran en el mercado números alimentos suplementados con ácidos grasos omega 3 además de suplementos en forma de cápsulas. Sin embargo, no está validado el empleo de estos suplementos en personas sanas ni se ha demostrado comparativamente que sea igual tomar pescado que tomar esos ácidos grasos omega 3 en suplementos. Las ingestas recomendadas de ácidos grasos omega 3 (entre 1,2-1,6 g/día) se pueden conseguir sin dificultad mediante una dieta equilibrada que incorpore alimentos de origen marino y que además, resultan más económicos que no los suplementos (Institute of Medicine, 2005). El pescado graso, como el salmón, la caballa, el arenque, las sardinas y el atún contienen una cantidad de omega-3 pero muchos tipos de mariscos contienen una cantidad nada despreciable de este tipo de ácidos grasos.

El gerret es un pez semigraso que ha resultado ser rico en omega 3, presentando niveles similares a los observados en especies que tradicionalmente se asocian a dietas cardiosaludables y ricas en ácidos grasos omega 3 como la sardina o el boquerón. Al analizar el contenido graso total, observamos que *S. smaris* es un pescado con una cantidad baja de ácidos grasos con niveles por debajo del 5% de materia grasa en 100 gramos de peso seco. Esta cantidad de grasa hace que la *S. smaris* se considere un pescado semigraso ya que presenta unos niveles por encima de los valores habituales para el pescado blanco (2-3% grasa), pero sin llegar a los niveles del pescado azul o graso (>6% grasa) (Prato y Biandolino, 2012; Soriguer y cols., 1997). Aunque la cantidad de grasa se baja, al analizar su composición se observa que los ácidos grasos son en su mayoría muy beneficiosos para el ser humano al predominar los ácidos grasos poliinsaturados. En este sentido, aunque las proporciones de ácidos grasos varían de forma significativa a lo largo del año, sí que hay un predominio significativo del DHA frente al resto de ácidos grasos extraídos en el músculo, con aproximadamente el 60% de la totalidad, seguido por el EPA que constituye en torno al 10%. Es interesante, el hecho que los niveles de DHA y EPA sea tan elevado, debido a que los peces no son capaces de sintetizar por ellos mismos los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, por lo que su incorporación deriva de la ingesta de microorganismos y otros pequeños animales que los contengan en su organismo (Lunn y



Theobald, 2006). Un aspecto importante a destacar es que la concentración de estos ácidos grasos se mantiene estable a lo largo del año, especialmente en el caso del DHA, tanto en machos como en hembras lo que indica que la calidad nutricional del pez se mantiene en todos los meses.

En el caso de los ácidos grasos omega 6, el más abundante es el ácido linoleico (C18:2n-6) que predomina sobretudo desde enero a julio, mientras que el ácido araquidónico (C20:4n-6) se encuentra en concentraciones muy bajas. Se ha evidenciado que niveles elevados de ingesta de ácidos grasos omega 6, típico de dietas ricas en carne y occidentalizadas, se relacionan con procesos pro-inflamatorios y protrombóticos, principalmente en el caso del ácido araquidónico. En este sentido, los bajos niveles de este ácido graso pueden suponer un beneficio para los consumidores al contribuir a reducir el riesgo cardiovascular (Erkkila y cols., 2008).

Por lo que respecta a los ácidos grasos saturados, el más abundante es el ácido palmítico (C16:0), como está descrito para la mayoría de especies de peces marinos. En segundo lugar, se encuentra el ácido esteárico (C18:0), seguido del ácido mirístico (C14:0) de forma similar a lo observado en *S. smaris* en otros estudios (Prato y Biandolino, 2012; Zlatanov y Laskaridis, 2007).

Dentro de los ácidos grasos monoinsaturados los más abundantes son el ácido oleico (C18:1) y el palmitoleico (C16:1) con concentraciones similares, variando el que predomina en función del mes del año (Özogul y cols., 2007). El ácido oleico es otro ácido graso con propiedades cardiosaludables que abunda en el aceite de oliva, por lo que su presencia también va a favor de las elevadas propiedades nutricionales del gerret (Keys y cols., 1986).

Al analizar las variaciones anuales de los ácidos grasos se puede observar cómo éstos van aumentando desde finales de invierno hasta primavera (Abril) que es cuando se va a producir el período de freza y de puesta. Un acúmulo importante de grasas previo al período de puesta va a asegurar que todo el proceso de gametogénesis se pueda llevar a cabo con éxito, ya que una dieta escasa generalmente reduce la fecundidad y puede afectar al tamaño de los huevos y retrasar la maduración (Cerdá y cols., 1994). De hecho, durante la formación del huevo la lipoproteína vitelogenina, rica en DHA, es absorbida por los ovocitos en desarrollo por un proceso de pinocitosis y es incorporada al huevo. Unos niveles adecuados de ácidos grasos van a ser esenciales ya que estos lípidos son la principal fuente de energía metabólica a lo largo del desarrollo embrionario de los peces.

Conclusiones

Una dieta equilibrada es esencial para mejorar el estado de salud, y los alimentos de origen marino, típicos de la dieta Mediterránea, contribuyen a este estado de salud. Los resultados obtenidos permiten evidenciar que el gerret es un pez con una cantidad baja de ácidos grasos, pero que los ácidos grasos que presenta son en su mayoría muy beneficiosos para el ser humano, al predominar los ácidos grasos omega 3.

Los ácidos grasos más significativos sufren casi en su totalidad, a excepción de los ácidos grasos omega 3 más abundantes, variaciones a lo largo de los meses. Estos cambios irán probablemente asociados al ciclo reproductor de la especie, puesto que la movilización de estos ácidos grasos del músculo puede estar claramente asociado a la necesidad del desarrollo gonadal, el desove y el cuidado de los nidos.

En definitiva, el gerret (*Spicara smaris*) es un pez de alto valor nutricional, por su elevado contenido en grasas cardiosaludables por lo que se debería fomentar su incorporación como parte normal y natural de la dieta.

Bibliografia

www.fishbase.org.

- Ackman, R.G., 1988. Year of the fish oils. Chemistry and Industry, 139-145.
- Ansell, G.B., 1974. Pharmacological control of lipid metabolism.: Edited by WL Holmes R. Paoletti and D. Kritchevsky. Advances in experimental medicine and biology Vol. 26, Plenum Press, New York.
- Arienti, G., Carlini, E., Polci, A., Cosmi, E.V., Palmerini, C.A., 1998. Fatty acid pattern of human prostasome lipid. Arch Biochem Biophys 358, 391-395.
- Arts, M.T., Ackman, R.G., Holub, B.J., 2001. Essential fatty acids in aquatic ecosystems: a crucial link between diet and human health and evolution. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58, 122-137.
- Bimbo, A.P., Crowther, J.B., 1992. Fish meal and oil: current uses. Journal of the American Oil Chemists' Society 69, 221-227.
- Box, A., 2017. Estudio de la pesca de *Spicara smarís* con artes de tirada en la Isla de Ibiza. Consell d'Eivissa.
- Cerdá, J., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., 1994. Effect of food ration on estrogen and vitellogenin plasma levels, fecundity and larval survival in captive sea bass, *Dicentrarchus labrax*: preliminary observations. Aquat. Living Resour 7, 255-266.
- Dulčić, J., Pallaoro, A., Cetinić, P., Kraljević, M., Soldo, A., Jardas, I., 2003. Age, growth and mortality of picarel, *Spicara smarís* L. (Pisces: Centranchidae), from the eastern Adriatic (Croatian coast). Journal of Applied Ichthyology 19, 10-14.
- Dyerberg, J., 1986. The Eskimo Experience, n-3. News 1, 1.
- Dyerberg, J., Bang, H.O., Stoffersen, E., Moncada, S., Vane, J.R., 1978. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis? Lancet 2, 117-119.
- Erkkila, A., de Mello, V.D., Riserus, U., Laaksonen, D.E., 2008. Dietary fatty acids and cardiovascular disease: an epidemiological approach. Prog Lipid Res 47, 172-187.
- Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J Biol Chem 226, 497-509.
- Heemstra, P.C., 1990. Centranchidae. In: J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds). . Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris., 768-772.
- Horrocks, L.A., Yeo, Y.K., 1999. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). Pharmacol Res 40, 211-225.
- Hu, E., Wang, R.J., Pan, C.Y., Yang, W.X., 2009. Fatty acids: composition and function for reproduction. Aquaculture Research Progress, 127-146.

- Institute of Medicine, F.a.N.B., 2005. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients). Washington, DC: National Academy Press.
- Ismen, A., 1995. Growth, mortality and yield per recruit model of picarel (*Spicara smaris* L.) on the eastern Turkish Black Sea coast. Fisheries research 22, 299-308.
- Kazantzis, M., Stahl, A., 2012. Fatty acid transport proteins, implications in physiology and disease. Biochim Biophys Acta 1821, 852-857.
- Keys, A., Menotti, A., Karvonen, M.J., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., Djordjevic, B.S., Dontas, A.S., Fidanza, F., Keys, M.H., y cols., 1986. The diet and 15-year death rate in the seven countries study. Am J Epidemiol 124, 903-915.
- Kinsella, J.E., 1986. Food components with potential therapeutic benefits: the n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. Food technology (USA).
- Ladha, S., 1998. Lipid heterogeneity and membrane fluidity in a highly polarized cell, the mammalian spermatozoon. J Membr Biol 165, 1-10.
- Leaf, A., Kang, J.X., Xiao, Y.F., Billman, G.E., Voskuyl, R.A., 1999. The antiarrhythmic and anticonvulsant effects of dietary N-3 fatty acids. J Membr Biol 172, 1-11.
- Lunn, J., Theobald, H.E., 2006. The health effects of dietary unsaturated fatty acids. Nutrition Bulletin 31, 178-224.
- Martinez, G., Brokordt, K., Aguilera, C., Soto, V.V., Guderley, H., 2000. Effect of diet and temperature upon muscle metabolic capacities and biochemical composition of gonad and muscle in *Argopecten purpuratus* Lamarck 1819. J Exp Mar Bio Ecol 247, 29-49.
- Martorell, M., Capo, X., Sureda, A., Batle, J.M., Llompарт, I., Argelich, E., Tur, J.A., Pons, A., 2014. Effect of DHA on plasma fatty acid availability and oxidative stress during training season and football exercise. Food Funct 5, 1920-1931.
- Mathieu, M., Lubet, P., 1993. Storage tissue metabolism and reproduction in marine bivalves—a brief review. Invertebrate reproduction & development 23, 123-129.
- Napolitano, G.E., Ackman, R.G., 1992. Anatomical distributions and temporal variations of lipid classes in sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin) from Georges Bank (Nova Scotia). Comp. Biochem. Physiol. 103B, 645-650. Comparative Biochemistry Physiology 103B, 645-650.
- Özogul, Y., Özogul, F., Alagoz, S., 2007. Fatty acids profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. Food Chemistry 103, 2017-2223.
- Pelucchi, C., Bosetti, C., Rossi, M., Negri, E., La Vecchia, C., 2009. Selected aspects of Mediterranean diet and cancer risk. Nutr Cancer 61, 756-766.
- Prato, E., Biantolino, F., 2012. Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea. Food Chemistry 131, 1233-1239.

- Singer, P., 1989. Zur Essentialität von Omega-3-Fettsäuren. Aktuelle Ernährungsmedizin 14, 293-303.
- Sofi, F., Cesari, F., Abbate, R., Gensini, G.F., Casini, A., 2008. Adherence to Mediterranean diet and health status: meta-analysis. BMJ 337, a1344.
- Soriguer, F., Serna, S., Valverde, E., Hernando, J., Martin-Reyes, A., Soriguer, M., Pareja, A., Tinahones, F., Esteve, I., 1997. Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten in the south of Spain. Eur J Epidemiol 13, 451-463.
- Soudant, P., Moal, J., Marty, Y., Samain, J.F., 1997. Composition of polar lipid classes in male gonads of *Pecten maximus* (L.): Effect of nutrition. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 215, 103-114.
- Thomas, L.M., Holub, B.J., 1994. Nutritional aspects of fats and oils. In Technological advances in improved and alternative sources of lipids. Springer US, 16-49.
- Vidal, J., 2007. Efecto de la suplementación de la dieta con ácidos grasos del tipo N-3 sobre la capacidad funcional de los lesionados medulares. Universidad de Barcelona.
- Vidalis, K., Tsimenidis, N., 1996. Age determination and growth of picarel (*Spicara smaris*) from the Cretan continental shelf (Greece). Fisheries research 28, 395-421.
- Watanabe, T., 1987. Requerimientos de ácidos grasos y nutrición lipídica en los peces. . En: Nutrición en Acuicultura. Eds. J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta. Madrid. Vol.II., 153-217.
- Wolfram, G., 1989. Bedeutung der Omega-3-Fettsäuren in der Ernährung des Menschen. . Ernährungsumschau 36, 319-330.
- Zlatanov, S., Laskaridis, K., 2007. Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish-sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). Food Chemistry 103, 725-728.
- Zlatanov, S., Sagredos, A.N., 1993. The fatty acids composition of some important Mediterranean fish species. Lipid/Fett 95, 66-69.