

COMPARACIÓN ENTRE LUBINA (*Dicentrarchus labrax*) SALVAJE Y CULTIVADA: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VARIACIÓN DEL CONTENIDO EN ÁCIDOS GRASOS TRAS EL COCINADO

Wild and farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) comparison: chemical composition and variations in the fatty acid profile after cooking.

M. Santaella*, C. Martínez Graciá, M. J. Periago

Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología. Área de conocimiento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo 30100, Murcia España.

*Autor para correspondencia: Marina Santaella. Tel.: +34 968 398263 Fax: +34 968 398767.
E-mail: marinasp@um.es

RESUMEN

La lubina (*Dicentrarchus labrax*) es una especie de elevado valor comercial, cuyo cultivo ha experimentado un considerable incremento en los últimos años. Debido a que el consumidor considera que el producto procedente de la pesca extractiva es de mayor calidad, el primer objetivo planteado en el presente estudio ha sido comparar la composición nutricional de la lubina procedente de pesca extractiva (salvaje) con la de la lubina procedente de la acuicultura (cultivada). Ya que, desde un punto de vista nutricional, el pescado es un importante fuente de proteínas y de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga ω -3, especialmente ácido eicosapentanoico (EPA, C20:5 ω -3) y docosahexanoico (DHA, C22:6 ω -3), el segundo objetivo ha sido estudiar las diferencias en el perfil de ácidos grasos de lubinas de ambas procedencias, y evaluar el efecto del cocinado sobre el mismo. Se seleccionaron 10 especímenes de cada tipo de lubina, con un peso medio de 350 g, para la determinación de la composición química proximal (proteínas, grasa, humedad y cenizas), el contenido de minerales, el nitrógeno básico volátil total, el pH muscular y el contenido de hidroxiprolina y colágeno. El perfil de ácidos grasos se analizó en la carne de lubina cruda y cocinada al vapor, mediante cromatografía gaseosa. Los resultados obtenidos mostraron diferencias estadísticamente significativas en aquellos parámetros que dependen directamente de la alimentación y el medio ambiente (grasa total y minerales). En cuanto al perfil de ácidos grasos se observaron diferencias en el contenido de ácido linoléico (principal ω -6), mostrando la lubina cultivada una concentración significativamente superior. Aunque no encontramos cambios en el perfil de ácidos grasos de la carne de la lubina salvaje después del cocinado al vapor durante cinco minutos, en la

lubina cultivada si se observaron diferencias significativas, como consecuencia de la pérdida de ácidos grasos monoinsaturados en la grasa ventral durante la cocción.

Palabras clave: lubina salvaje, acuicultura, composición química, ácidos grasos, ω -3, cocinado.

ABSTRACT

Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) has a high commercial value, and has been widely farmed in the last ten years. Consumers consider that wild sea bass presents a high quality, so that the first objective of the present study has been to compare the chemical composition of the flesh from wild and farmed sea bass. In addition, from a nutritional point of view, fish meat is considered an important dietary source of protein and long chain ω -3 polyunsaturated fatty acids, mainly eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5 ω -3) and docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 ω -3), because of that the second objective of our work has been to ascertain the fatty acid profile in the flesh of wild and farmed sea bass and to evaluate the changes in these nutrients during steam cooking. 10 specimens of each origin (wild and farmed) of sea bass with an average size of 350g, were selected to determine the proximate composition (protein, fat, moisture and ash), mineral content, total basic volatile nitrogen, muscle pH, and hydroxyproline and collagen concentrations. The fatty acids were determined in the flesh of raw and steam cooked fillets of both types of sea bass using gas chromatography. The obtained results showed statistical differences in those parameters related to environmental and nutritional conditions (total fat and mineral content). The profile of fatty acids showed statistical differences due to type of cultivar since the flesh of farmed sea bass presented the highest content of linoleic acid (the main ω -6). No changes in the fatty acids of wild sea bass flesh after steam cooking were observed, however, the flesh of farmed specimens showed significant losses of monounsaturated fatty acids (oleic acid) from the ventral fat probably from adipose tissue located beneath the skin.

Key words: sea bass, wild, acuaquacultured, chemical composition, fatty acids, ω -3, cooked.

INTRODUCCIÓN

Debido a que la creciente demanda mundial de pescado está cubierta con dificultad por la pesca extractiva, la acuicultura se perfila como la única posibilidad de que en un futuro próximo exista una producción que satisfaga las exigencias de los consumidores (FAO 2001). La lubina (*Dicentrarchus labrax*) es una de las especies de mayor interés comercial para su producción en acuicultura. Las instalaciones de engorde utilizadas en esta especie son variadas: jaulas flotantes en el mar, tanques de hormigón o estanques de tierra. En todos ellos se alimenta a las lubinas con piensos fabricados a partir de harinas y aceite de pescado. Cada lubina tarda entre 24 y 30 meses en alcanzar el tamaño comercial (350-400 g) desde que eclosiona del huevo (Sánchez-Mata y Mora 2000).

Desde un punto de vista nutricional el pescado es rico en proteínas de alto valor biológico-

co, destacando entre los aminoácidos la lisina y el triptófano (Aquerreta 1999). Su contenido graso es variable (magros <1%; grasos entre 8 y 15%; y semigrasos entre 2 y 7%), por lo que es relativamente bajo en calorías. El pescado contiene grandes cantidades de vitamina A, D y E, destacando entre las vitaminas hidrosolubles las del grupo B, concretamente la B₁₂ (Pearson y Dutson 1997). En cuanto a los minerales es muy rico en sodio y en potasio, y algo menos en calcio. Su contenido en yodo es unas 25 veces mayor que el de otros alimentos proteicos de origen animal y es una buena fuente de fósforo y hierro (Primo 1997).

Además del excelente valor nutricional del pescado, es el perfil de ácidos grasos, y principalmente el contenido en ácidos grasos esenciales de la serie ω -3, lo que hacen del pescado un alimento imprescindible a la hora de elaborar una dieta saludable. Los ácidos grasos ω -3 más destacados son el ácido eicosapentaenoico

(EPA, C20:5 ω -3) y el ácido docosahexanoico (DHA, C22:6 ω -3), siendo el DHA el mayoritario con niveles de 2 a 5 veces superiores al EPA (Kinsella 1999).

El interés nutricional de estos ácidos grasos ω -3 se debe a los numerosos efectos beneficiosos para el organismo como son: modificación del perfil lipídico en sangre, inhibición de la agregación plaquetaria, fundamentalmente al disminuir la formación de tromboxano A2, contribuyendo a la prevención de trombosis, reducción de la presión arterial y viscosidad sanguínea (Calder 2004; Balk *et al.* 2004). Se ha demostrado su función en la prevención de distintas enfermedades como son: la muerte súbita de origen cardíaco (Albert *et al.* en 1998; Kang y Leaf 2000; Christensen 2003); las enfermedades cardiovasculares, el cáncer de colon (Roynette *et al.* 2004), desórdenes neurológicos de diferente naturaleza como impulsividad/agresividad/hostilidad (Buydens-Branch *et al.* 2003; Iribarren *et al.* 2004), trastorno bipolar (Noaghiul y Hibbeln 2003), de depresión (Higdon *et al.* 2001), suicidio (Tanskanen, *et al.* 2001) y varias formas de demencia incluida el Alzheimer (Morris *et al.* 2003). Además, los ácidos grasos ω -3 intervienen durante la etapa embrionaria en el desarrollo cerebral (Uauy *et al.* 2001; Das 2002) y de las membranas fotorreceptoras (Herid y Lapillonne 2005).

El perfil de las grasas consumidas se ve reflejado en la composición de las lipoproteínas plasmáticas, por lo que se puede decir que la dieta es el principal factor exógeno que influye en la composición lipídica de la sangre (Ramirez *et al.* 2005). Los ácidos grasos saturados provocan un aumento de los niveles séricos de colesterol, mientras que los ácidos grasos monoinsaturados disminuyen las LDL e incrementan las HDL, por lo que son muy recomendables para la regulación del colesterol. Sin embargo, el consumo de ω -6 baja el nivel del colesterol total y del colesterol LDL y también el nivel de colesterol HDL. Además parecen tener una cierta relación con la aparición de procesos

inflamatorios y arterioscleróticos, pues los favorece cuando la dieta es demasiado rica en ellos, por lo que se aconseja un uso moderado de los mismos (Grundy y Denke 1995). Así, más que aumentar la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados, debemos centrar los esfuerzos en conseguir un equilibrio en los ácidos grasos aportados en la dieta (Mata *et al.* 1994).

A pesar de la importancia que tiene el pescado en la dieta, la mayoría de los estudios nutricionales se han centrado en el producto crudo, no prestando atención a las modificaciones que pueden tener lugar durante el cocinado. El consumo de pescado crudo no es habitual en nuestra sociedad occidental, por ello y dada la importancia de los ácidos grasos de este alimento es importante realizar estudios, centrados en la repercusión de la tecnología culinaria sobre su contenido (Candela y Astiasarán 2000). Los métodos más suaves aplicados durante el cocinado de los alimentos, y por consiguiente que alteran menos la composición lipídica son el vapor, el hervido y la cocción a presión, mientras que durante la fritura, la plancha, el horno y la brasa la temperatura es considerablemente más alta (Bello 1998), lo que aumenta la degradación lipídica, y principalmente la oxidación de los ácidos grasos (Armstrong y Bergan 1992). El efecto de la fritura sobre los ácidos grasos ha sido estudiado por varios autores, ya que este proceso culinario puede afectar mucho a la relación ω -6/ ω -3. Concretamente la fritura en aceite de semillas, con alto contenido en linoleico, debería ser evitada si se persigue un incremento en la ingestión de ω -3 a expensas de los ω -6 (Agren y Hanninem 1993).

Algunos trabajos científicos han puesto de manifiesto la composición química y la calidad nutricional de la lubina procedente de pesca extractiva y de acuicultura, observando diferencias estadísticamente significativas en la composición lipídica y en la textura principalmente (Amerio *et al.* 1996; Alasalvar *et al.* 2002; Orban *et al.* 2002; Periago *et al.* 2005). Sin embargo, tal y como se ha comentado anteriormente,

estos estudios se han realizado sobre el pescado crudo y en ningún caso se ha evaluado el efecto del cocinado sobre los ácidos grasos y sus índices de calidad. Por ello el objetivo del presente trabajo ha sido realizar un estudio comparativo en la composición bromatológica de la lubina salvaje y cultivada y evaluar el efecto del cocinado a vapor sobre el perfil de ácidos grasos y los índices de calidad de la grasa de interés nutricional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras de estudio

En el presente estudio se utilizaron 20 ejemplares de lubina (*Dicentrarchus labrax*), diez eran procedentes de acuicultura y las otras diez de la pesca extractiva. El cultivo de la lubina se realizó en el Instituto Español de Oceanografía (Centro Oceanográfico de Mazarrón, Murcia) con lubina atlántica, procedentes de una puesta de ≈ 385.000 huevos. La toma de muestras se realizó en el estadio correspondiente al tamaño comercial (≈ 350 g), entre los que fueron seleccionados 10 ejemplares para su estudio. Las lubinas fueron alimentadas *ad libitum* con un pienso comercial (Trouw, S.A.) que contenía: 45% de proteínas, 11% de cenizas y 22% de grasa, con una proporción de 35% de ácidos grasos saturados, 25% de ácidos grasos monoinsaturados y 40% de ácidos grasos poliinsaturados. El mismo número de lubinas salvajes, correspondientes al tamaño comercial, se obtuvieron mediante pesca extractiva en la costa Mediterránea de Murcia. Los distintos ejemplares se sacrificaron mediante inmersión en hielo y se almacenaron inmediatamente en cajas de poliestireno expandido recubiertas de hielo para su traslado a la Universidad de Murcia.

A su llegada al laboratorio las lubinas se lavaron y secaron superficialmente, procediendo a continuación a registrar su longitud total y peso. A continuación, para obtener los filetes, se

seccionaron transversalmente a nivel del primer radio de la aleta dorsal y de la apertura anal, retirando la cabeza y la cola, según el esquema que muestra la Figura 1. Para determinar el contenido de grasa en la musculatura dorsal, se tomó una porción de músculo comprendida entre la aleta dorsal y la línea lateral (Figura 1). Seguidamente, se homogeneizó el resto de la musculatura completa, desprovista de piel y espinas, y se procedió a realizar el análisis físico-químico y nutricional.

Análisis de la composición químico proximal, pH y Nitrógeno Básico Volátil Total (NBVT)

El contenido en humedad, grasa total y dorsal y cenizas se determinaron mediante los métodos 950.46, 920.39C, y 938.08 respectivamente, descritos por la AOAC (1990). La proporción de proteína bruta se determinó a partir del contenido en nitrógeno de las muestras, obtenido mediante digestión en Kjeldahl (Método 955.04, AOAC, 1990) utilizando un factor de corrección de nitrógeno a proteína de 6.25. El pH de las muestras fue medido a 20 °C en un homogeneizado de pescado con agua destilada en proporción 10:50. Para determinar la posible existencia de diferencias en otros componentes nitrogenados, el Nitrógeno Básico Volátil Total (NBVT) de las distintas muestras, se determinó mediante el método descrito en el Reglamento CEE 2074/2005.

Análisis de la composición mineral

A partir de las cenizas obtenidas en la determinación de la composición químico-proximal se determinó el contenido en Mg, Zn, Na, K y Ca. Para ello las cenizas se disolvieron en caliente con 3 mL de ácido clorhídrico y 2 mL de ácido nítrico concentrado, completando con agua hasta 50 mL. El análisis mineral se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 3100. Para impedir interferencias en la medición de los minerales,

se trataron las muestras con cloruro de lantano al 0.1%. El P fue analizado mediante la técnica colorimétrica descrita por la AOAC (1990) (Método 965.17).

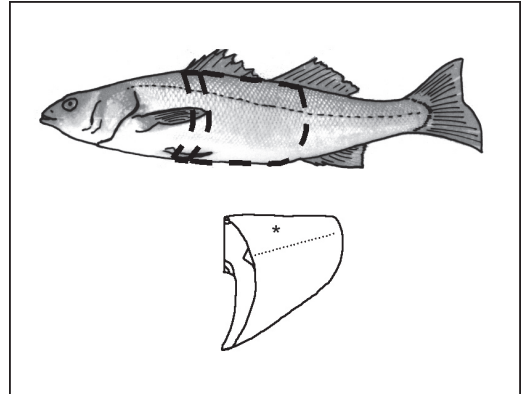
Análisis de hidroxiprolina y colágeno

Para el análisis de hidroxiprolina se pesaron aproximadamente 10 g de muestra en un matraz de fondo redondo, sometiendo la muestra a una hidrólisis ácida durante 9 horas. Posteriormente, fueron tratadas con isopropanol y una solución de cloramina T al 10.5%. Para el desarrollo del color se utilizó p-dimetilaminobenzoaldehído. Para determinar la cantidad de hidroxiprolina de la muestra se midió la absorbancia a 560 nm, calculando la concentración mediante una recta patrón elaborada con hidroxiprolina (H5877, Sigma-Aldrich). El contenido en colágeno se obtuvo multiplicando por 8 el porcentaje de hidroxiprolina (MSC 1985).

Análisis del perfil de ácidos grasos en crudo y cocinado

Para la determinación del perfil de ácidos grasos en la musculatura en crudo se utilizó la musculatura dorsal del pescado fresco, previamente homogeneizada y desprovista de piel y espina (Figura 1). Paralelamente se obtuvo el filete desprovisto de piel de la zona simétrica de cada ejemplar, siendo cocinados al vapor durante 5 minutos y homogeneizados. Las muestras fueron conservadas a -80 °C hasta su análisis. En ambos casos la extracción del contenido lipídico se realizó siguiendo el método de Folch *et al.* (1957), mediante la decantación de la grasa en frío con una mezcla de cloroformo-metanol en proporción 2:1. La grasa así obtenida se disolvió en hexano, obteniendo posteriormente los esteres metílicos mediante reacción con potasa metanólica. La determinación de los ácidos grasos se realizó por cromatografía gaseosa, utilizando un cromatógrafo de gases Fison GC 8000 series, con detector de

Figura 1: **Zona de muestreo para el análisis de la composición química proximal del músculo de lubina de pesca extractiva y cultivada.**



* porción de músculo utilizado en el análisis de grasa.

ionización de llama, inyector automático y una columna capilar de Agilent Technologies DB-23 (50%-cianopropil-metilpolixilosano) (60 m de longitud, 0.25 mm de diámetro interno y 0.25 µm de espesor de película). Como gas portador se empleó helio a presión constante de 230 kPa. La rampa de temperatura del horno fue la siguiente: 50 °C durante 1 minuto/25 °C/min hasta 175 °C/4 °C/min hasta 230 °C/230 °C 5 minutos. La temperatura del detector fue de 300 °C, la del inyector de 220 °C y el flujo de aire y de hidrógeno de 400 mL/m y de 35 mL/m respectivamente. Para la identificación de los distintos ácidos grasos se utilizó un multipatrón comercial (PUFA-1 Marine source, Supelco).

Índices de calidad lipídica

A partir del perfil de ácidos grasos se calcularon los siguientes índices:

(i) *Índice aterogénico* del alimento (IA): capacidad potencial de las grasas para producir agresiones en el endotelio de los vasos sanguíneos, ya que relaciona los principales ácidos grasos saturados (C14:0 y C16:0) con respecto

a los ácidos grasos de la serie ω -3 (EPA y DHA) (Abrami *et al.* 1992). El IA se determinó con la siguiente fórmula.

$$IA = C14:0 + C16:0/EPA + DHA$$

(ii) *Índice de trombogenicidad (IT)*: La capacidad potencial de un alimento para inducir trombosis o embolia, dependerá fundamentalmente del contenido en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados de la serie ω -3 y ω -6 (Ulbrich y Southgate 1991). El IT se determinó con la siguiente fórmula.

$$IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0)/(0.5 \times MUFA) + (3 \times \omega-3) + (0.5 \times \omega-6) + (\omega-3/\omega-6)$$

(iii) *Calidad de los lípidos del pescado (CLP)*: es la relación porcentual en la que los principales PUFA ω -3 (EPA y DHA) aparecen en el músculo respecto a la totalidad de los lípidos; los alimentos de origen marino, presentan una clara ventaja frente a los de origen terrestre (Pérez *et al.* 2005). La CLP se determinó con la siguiente fórmula.

$$CLP = (EPA + DHA) \times 100/\text{total de lípidos}$$

Análisis estadístico

Los datos fueron expresados como media y desviación típica de 10 lecturas (una por ejemplo de cada uno de los grupos). Para determinar la influencia del tipo de muestra (salvaje o cultivada) en las distintas determinaciones, así como el efecto del cocinado al vapor sobre las distintas variables, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) teniendo en cuenta un nivel de significación $p < 0.05$. Se utilizó el programa estadístico SPSS 15.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra los valores medios y desviaciones típicas de los parámetros biomé-

tricos (peso y talla), la composición químico-proximal, NBVT y pH de las muestras de lubinas de pesca extractiva y cultivada utilizadas en el presente estudio. Los valores medios de peso y talla en ambos grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas, con valores en torno a los 366 g y 32 cm de longitud. Entre todos los parámetros de composición química proximal, únicamente se observaron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de grasa total, con valores medios de 11.82 % y 13.59 % en la lubina salvaje y cultivada, respectivamente. Estos datos coinciden con los publicados previamente por otros autores para lubinas procedentes de otras zonas geográficas. Los elevados niveles de grasa en las lubinas cultivadas en cautividad, se deben al tipo de alimentación y a la elevada densidad de peces en el tanque (Serot *et al.* 1988, Orban *et al.* 2002), que produce una acumulación de tejido adiposo a nivel ventral (Testi *et al.* 2006), como consecuencia de la menor actividad durante el confinamiento. Los valores de grasa dorsal obtenidos en ambos grupos, fueron muy inferiores a los de grasa total, ya que para la determinación de la grasa total se tomó también la porción ventral, que incluye la musculatura roja, especialmente rica en lípidos, y todo el tejido adiposo de la pared abdominal (Orban *et al.* 2002). En ambos casos, la carne de lubina mostró un elevado contenido en proteína bruta (19.01%-18.3%) no observando diferencias en función del tipo de producción. El contenido de cenizas siguió el mismo comportamiento, con un valor medio entorno a 1.2% (cuadro 1). Tampoco encontramos diferencias significativas en los valores medios de NBVT, oscilando entre 14.34 y 14.58 mg de N/100 g de pescado. Lógicamente estos resultados son inferiores a los límites fijados en la legislación para otras especies (25-35 mg de N/100 g de pescado) (2074/2005 CEE). Este hecho es el que cabría esperar ya que estos compuestos nitrogenados, de bajo peso molecular, sólo aumentan como consecuencia de los procesos de autólisis *post*

mortem y de degradación bacteriana, tras el almacenamiento del pescado, manteniéndose en un rango normal en los primeros momentos tras la captura (Huss 1999).

En cuanto al pH muscular (cuadro 1) se observaron diferencias estadísticamente significativas, al presentar la carne de lubina procedente de pesca extractiva un valor medio de pH mayor que en las cultivadas. Este hecho puede estar asociado al consumo de glucógeno muscular que tiene lugar durante la pesca de la lubina salvaje, que afectaría a los fenómenos musculares post-mortem, concretamente a la glucólisis anaerobia, dando lugar a una menor acumulación de ácido láctico. Estos valores de pH también influyen en la calidad de la carne de lubina, ya que se ha observado que las características instrumentales de textura en esta especie, están relacionadas con la estructura celular del músculo, el pH y el contenido en colágeno (Periago *et al.* 2005), mostrando las lubinas con un pH muscular más elevado valores de dureza más altos.

Ya que el porcentaje de hidroxiprolina y el contenido de colágeno muscular pueden deter-

minar parte de la calidad de la carne, se analizaron estos parámetros en las muestras del presente estudio, así como la proporción de colágeno en relación al contenido en proteína total (cuadro 2). Los valores medios y desviación típica del contenido en colágeno e hidroxiprolina no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos, aunque se observaron valores superiores en la carne de lubina cultivada. El contenido de colágeno y de hidroxiprolina en la carne del pescado es inferior al de la carne de mamíferos, aunque presenta una gran variedad en función de la especie, oscilando entre 0.28-0.79 y 30-98 mg/100 g, respectivamente (Morrisey y Fox 1981). Ambos grupos de lubinas mostraron valores comprendidos en este rango, las pequeñas variaciones encontradas en el contenido de colágeno y la proporción colágeno/proteína total podrían estar relacionadas con el tamaño de la fibra muscular, ya que las fibras de mayor tamaño determinan un mayor contenido de colágeno (Sikorski *et al.* 1984). En cualquier caso el contenido de colágeno fue bajo, lo que demuestra que se trata de una carne de elevado valor nutritivo.

Cuadro 1. Parámetros biométricos y composición químico-proximal, NBVT y pH de la lubina salvaje y cultivada.

	Salvaje	Cultivada
Peso (g)	366.56±61.71	365.34±24.65
Longitud (cm)	32.15±2.54	31.30±2.11
Humedad (%)	68.76±2.97	65.97±2.33
Proteína bruta (%)	18.30±1.12	19.01±1.15
Grasa total (%)	11.82±0.52*	13.59±1.03*
Grasa dorsal (%)	2.01±0.66	2.37±1.20
Cenizas (%)	1.19±0.14	1.21±0.16
NBVT (mg/100g)	14.34±2.49	14.58±3.13
pH	6.73±0.24*	6.20±0.06*

NBVT: Nitrógeno básico volátil total.

* En la misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

Cuadro 2. Contenido en hidroxiprolina y colágeno de la musculatura de lubina salvaje y cultivada.

	Salvaje	Cultivada
Colágeno (%)	0.33±0.06	0.40±0.09
Hidroxiprolina (mg/100g)	41.80±6.50	50.35±7.32
Colágeno/Proteína total	1.8	2.1

* En la misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

Para completar el estudio de la composición química se determinaron los valores medios del contenido mineral (cuadro 3). La carne de lubina salvaje presentó mayores concentraciones de K, Na, Fe y Zn, mostrando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) con respecto a la lubina cultivada. Numerosos estudios han demostrado que la concentración en minerales se ve influenciada por distintos factores como la estación del año, la composición química y la salinidad del agua, los contaminantes, la talla, la edad, el sexo, la etapa de madurez sexual y la relación entre el músculo rojo y blanco (Orban *et al.* 2002). Así, el mayor contenido en Fe y Zn de la lubina salvaje puede deberse a un predominio de fibra roja con respecto a la

blanca, debido al estilo de vida de estos peces y a la mayor actividad natatoria. De hecho, la musculatura roja se caracteriza por un contenido más alto en elementos traza (Lal 1995), principalmente hierro, procedente de la mioglobina muscular que se encuentra en forma hémica, cuya biodisponibilidad es mayor (Schricker *et al.* 1982).

Los resultados anteriormente descritos ponen de manifiesto que las variaciones más importantes de la composición química de la lubina en función del tipo de cultivo, están asociadas a la cantidad de grasa total y al valor de pH muscular, parámetros que podrían afectar a la aceptación del producto por el consumidor, ya que ambos intervienen en las propiedades de

Cuadro 3. Contenido mineral expresado en mg/100 g en peso fresco del músculo de lubina salvaje y cultivada.

	Salvaje	Cultivada
K	299.49±23.51*	221.76±9.79*
P	179.6±12.74*	232.72±17.95*
Na	68.25±22.25*	22.55±2.7*
Ca	20.76±4.77	27.92±2.75
Mg	19.84±1.85	15.3±1.71
Fe	6.45±2.15*	2.66±0.21*
Zn	0.70±0.07*	0.45±0.05*

* En la misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

textura. Sin embargo, para poder evaluar desde un punto de vista nutricional las diferencias entre ambos tipos de lubinas, es necesario conocer el perfil de ácidos grasos y las posibles variaciones en relación al tipo de cultivo y al proceso de cocinado.

Los valores medios y desviación típica, del porcentaje en ácidos grasos de la carne de lubina de pesca extractiva y de piscifactoría, aparecen reflejados en el cuadro 4, tanto para las muestras en fresco como cocinadas. Dentro de la serie de los ácidos grasos saturados el contenido fue muy similar en las distintas muestras, siendo el ácido palmítico (C16:0) el mayoritario tanto en lubina salvaje como cultivada. Datos similares han sido obtenidos por distintos autores para lubina y otras especies (Krajnovic *et al.* 1994). La lubina salvaje mostró un contenido significativamente superior en ácidos grasos monoinsaturados, siendo el ácido oleico (C18:1 ω -9) el mayoritario.

Dentro del grupo de PUFA predominaron, en ambos tipos de pescado, los ácidos grasos de la serie ω -3 sobre los ω -6, siendo mayoritarios dentro de los ω -3 el docosahexaenoico (C22:6 ω -3) y el eicosapentanoico (C20:5 ω -3). Estos ácidos grasos se encuentran únicamente en el pescado y productos marinos, y como sabemos poseen importantes propiedades beneficiosas para la salud (Mata *et al.* 1994).

Nuestra dieta actual posee un exceso de ω -6 y un déficit de los ω -3, debido al alto consumo de los aceites de semillas y sus productos elaborados. El valor ideal de la relación ω -6/ ω -3 debe acercarse a 5:1. Actualmente esta relación es superior a 12:1, e incluso en muchas poblaciones es de 25:1 (Pascual *et al.* 2003). Así en el cuadro 5, donde aparecen los parámetros utilizados para evaluar la calidad de la grasa en las diferentes muestras, podemos observar que el ratio ω -6/ ω -3 es mayor en la lubina cultivada, como ya ha sido confirmado por otros autores (Alasalvar *et al.* 2002), razón por la cual se considera a las lubinas de pesca extractiva, más equilibrada desde el punto de vista nutricional.

Este hecho se debe, a que la lubina cultivada presenta niveles más altos en ácido linoleico (C18:2 ω -6) (cuadro 4), ya que los peces de cría intensiva reciben a menudo dietas con un alto porcentaje en harinas vegetales, principalmente de soja, en la que predominan los ácidos grasos ω -6, mientras que los peces marinos de vida libre consumen dietas basadas en plancton o en otros peces que son ricos en ácidos grasos ω -3 (Senso *et al.* 2003). Sin embargo, el perfil de ácidos grasos en la carne de lubina se puede mejorar, utilizando piensos formulados con una mayor proporción de aceites de pescado, en vez de aceites de origen vegetal tal y como han observado otros autores (Pirini *et al.*, 2000; Orban *et al.*, 2003; Perigo *et al.*, 2005).

La carne de lubina tanto salvaje como cultivada, mostraron un excelente índice trombogénico, 0.27 y 0.28 respectivamente, comparado con datos presentes en la bibliografía para animales terrestres. Así Pérez y colaboradores en 1998, obtuvieron valores de índice trombogénico de 1.69, 1.13, 1.09 y 0.93 para carne de ternera, cordero, cerdo y pollo, respectivamente. Dichas carnes, ricas en ácidos grasos poliinsaturados de la serie ω -6, tienen mayor facilidad para favorecer el desarrollo de trombos, por la presencia de ácido araquidónico (C20:0 ω -6) y de los eicosanoides derivados de él, sobre todo el tromboxano A₂ (TXA₂). Por el contrario los pescados, con valores más bajos en dicho índice, son ricos en ácidos grasos ω -3, que producen eicosanoides de baja capacidad proagregante, como el tromboxano A₃ (TXA₃) (Pérez *et al.* 2005). Los índices de aterogenicidad encontrados en las muestras analizadas fueron de 1.24 para lubina salvaje y de 1.37 para lubina cultivada. Ambos niveles son considerados bajos, aunque ligeramente superiores a los obtenidos por Senso *et al.* en 2003 para dorada (0.67), dentón (0.92) y lubina (0.91), esto indica que la carne de lubina tienen baja capacidad potencial para formar placas de aterosclerosis. En cuanto a la calidad de los lípidos del pescado, observamos que es ligeramente supe-

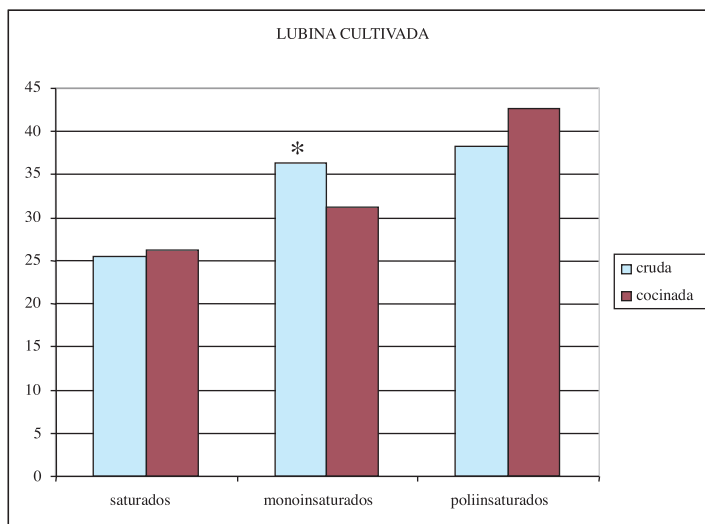
rior en la lubina salvaje, al presentar ésta mayor proporción de ω -3 que la lubina cultivada, ya que, como indicamos anteriormente, este índice hace referencia a la proporción que representa el DHA y EPA, del total de los ácidos grasos de la musculatura del pescado.

Las figuras 2 y 3 representan la variación de los principales grupos de ácidos grasos tras el cocinado al vapor, de las lubinas salvajes y cultivadas. No encontramos diferencias estadísticamente significativas en el perfil de ácidos grasos de la lubina salvaje antes y después del cocinado (cuadro 4, figura 2). Sin embargo, sí observamos una disminución importante del contenido de ácidos grasos monoinsaturados en la lubina cultivada (figura 3), viéndose afectado principalmente el ácido oleico, que disminuye de un 21.18% a un 17.12% (cuadro 4). Este hecho puede deberse, a que la porción ventral de las lubinas criadas en cautividad, es especialmente rica en ácidos grasos monoinsaturados (Testi *et al.* 2006), y es en dicha porción ventral donde se puede perder más cantidad de ácidos

grasos en el proceso de cocción, al encontrarse éstos libres en el panículo adiposo y no en la grasa intramuscular. Este hecho no se observa en la lubina salvaje, pues ésta, debido a la actividad física tiene mucha menos grasa ventral y por lo tanto va a sufrir menos pérdidas durante el cocinado.

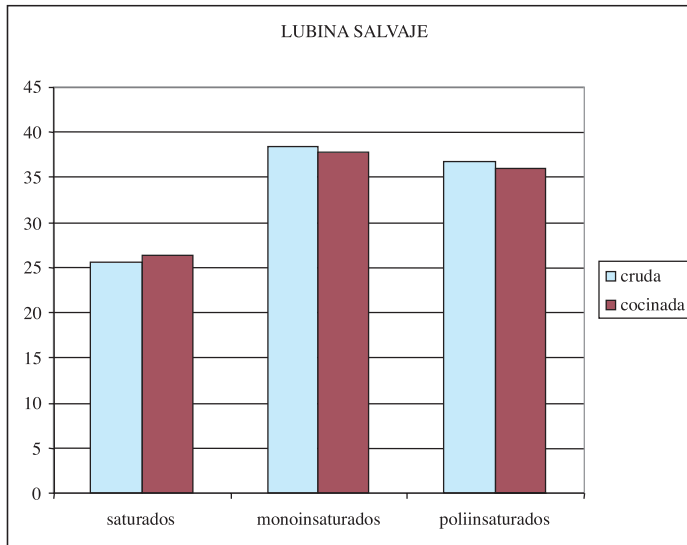
Además, en el caso de la lubina cultivada se observó un incremento en el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados tras el cocinado (figura 3), lo cuál es debido al método de cuantificación y no a un aumento real de la cantidad de los mismos, ya que al disminuir significativamente el contenido de ácidos grasos monoinsaturados aumenta en proporción el porcentaje del resto de ácidos grasos. Este hecho determina que tras el cocinado mejore el índice de calidad de los lípidos del pescado ya que este índice se basa en la relación porcentual de EPA y DHA frente a la totalidad de los lípidos, lo que nos puede llevar a pensar que la cocción al vapor mejora la calidad nutricional de la lubina cultivada. Sin embargo, no hay que olvidar el

Figura 2: Variación del contenido en ácidos grasos de la lubina salvaje tras el cocinado.



* indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Figura 3: Variación del contenido en ácidos grasos de la lubina de acuicultura tras el cocinado



Cuadro 4. Valores medios porcentuales de los ácidos grasos del músculo de lubina obtenida mediante pesca extractiva y cultivada antes y después de la cocción al vapor.

Ácidos Grasos %	SALVAJE		CULTIVADA	
	Cruda	Cocinada	Cruda	Cocinada
C 14:0 <i>mirístico</i>	4.33± 0.31 ^a	4.36± 0.43	5.05± 0.20 ^b	5.14± 0.59
C 16:0 <i>palmitico</i>	20.58 ±0.93	21.17 ±1.23	19.65 ±3.6	20.24±2.67
C 18:0 <i>esteárico</i>	0.69± 0.05	0.73± 0.09	0.80 ±0.1	0.83 ±0.09
C 16:1 <i>palmitoleico</i>	5.85± 0.35	6.00± 0.45	5.82 ±0.30	6.02± 0.89
C 18:1 ω9 <i>oleico</i>	22.52 ±0.79 ^a	22.28 ±2.79	21.18 ±0.88 ^{b*}	17.12 ± 1.64*
C 18:1 7 <i>vaccínico</i>	2.54± 0.17 ^a	2.64± 0.17	2.25± 0.13 ^{b*}	1.58± 0.22*
C 20:1 ω9 <i>eicosanoico</i>	3.89± 1.11	3.76± 1.08	3.86 ±0.19	3.69± 0.75
C 22:1 ω9 <i>erúxico</i>	0.34± 0.02 ^a	0.25± 0.12	0.19 ±0.01 ^{b*}	0.14 ±0.01*
C 22:1 ω11 <i>eurístico</i>	2.73 ±1.1	2.53± 1.02	2.62± 0.5	2.58 ±0.29
C 24:1 ω9 <i>nervónico</i>	0.51± 0.09 ^a	0.35± 0.14	0.29± 0.03 ^{b*}	0.04 ±0.01*
C 18:2 ω6 <i>linoleico</i>	14.00 ±3.16 ^a	12.87 ±3.38	17.1 ±1.1 ^b	17.1 ±1.18
C 18:4 ω3 <i>estearidónico</i>	1.33 ±0.18 ^a	1.27± 0.19	2.01± 0.13 ^b	2.05± 0.20
C 20:5 ω3 <i>eicosapentaenoico</i>	6.99± 0.41 ^a	7.08± 0.56	8.55± 0.42 ^{b*}	9.57± 0.59*
C 22:5 ω3 <i>docosapentanoico</i>	1.31± 0.16	1.45± 0.21	1.18± 0.10*	1.31± 0.11*
C 22:6 ω3 <i>docosahexaenoico</i>	13.11± 2.05 ^a	13.31± 3.10	9.45± 0.89 ^{b*}	12.57± 1.33*

Distintas letras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre muestras en crudo de lubinas salvajes y cultivadas. * indican diferencias estadísticamente significativas entre cruda y cocinada ($p < 0.05$)

Cuadro 5. Índices de calidad de la grasa del músculo de lubina obtenida mediante pesca extractiva y cultivada.

Índice	Salvaje	Cultivada
$\omega 6$	14.0	17.1
$\omega 3$	22.7	21.2
$\omega 6/\omega 3$	0.6	0.8
IA	1.24	1.37
CLP	20.1	18.0
IT	0.27	0.28

IA: índice aterogénico; CLP: calidad de los lípidos del pescado; IT: índice trombogénico.

importantísimo papel que juegan los ácidos grasos monoinsaturados, especialmente el oléico, en la salud y que la tendencia actual en nutrición humana va más encaminada a conseguir un balance adecuado en ácidos grasos, que a aumentar la ingesta de poliinsaturados.

CONCLUSIONES

1. Las principales diferencias entre lubina salvaje y cultivada las encontramos en el contenido de grasa total, la composición mineral y el perfil de ácidos grasos, y esas diferencias las atribuimos principalmente a la dieta, constituidas en el primer caso por plancton y pequeños peces y en el segundo por piensos en los que están presentes aceites de origen vegetal.

2. Al no encontrar diferencias estadísticamente significativas, en el perfil general de ácidos grasos en la lubina salvaje después de la cocción al vapor concluimos, que ésta es una buena técnica culinaria, ya que mantenemos intactos los ácidos grasos monoinsaturados y no alteramos la proporción de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga $\omega-3$, principal ventaja nutritiva del pescado.

3. En el caso de la lubina cultivada aunque consideramos que la pérdida de ácido oleico durante el cocinado puede no ser beneficiosa,

no debemos olvidar que la principal fuente de ácido oleico en la dieta no es el pescado, y que los ácidos grasos $\omega-3$ no se ven alterados en este tipo de cocción.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Español de Oceanografía (Centro Oceanográfico de Murcia) Carretera de la Azohía s/n Mazarrón (Murcia), por proporcionarnos las muestras utilizadas en el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrami G., Natiello F, Bronzi P, McKenzie D., Bolis L., Agradi E. 1992. A comparison of highly unsaturated fatty acid levels in wild and farmed eels (*Anguilla anguilla*). Comp. Biochem. Physiol. 101(B): 117-120.
- Agren J.J., Hanniminen O. 1993. Effect of cooking on the fatty acids of three freshwater fish species. Food Chem. 46: 377-382.
- Alasalvar C., Taylor K.D.A., Zubcob E., Shahidi F. y Alexis M. 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry 79: 145-150.

- Albert C.M., Hennekens C.H., O'Donnell C.J. *et al.* 1998. Fish consumption and risk of sudden death. *JAMA* 279: 243-280.
- Amerio M., Riggi C., Badini C. 1996. Meat quality of reared fish: nutritional aspects. *Ital. J. Food Sci.* 3, 221-229.
- Amstrong S.G., Bergan J.G. 1992. Factors affecting stability and nutritive value of fatty acids: culinary practises. En: *Fatty acids in foods and their health implications*. Ed. Food Sci. Technol. (New York).
- Antonocopoulos N., Vyncke M. 1989. Determination of volatile basic nitrogen: a third collaborative study by de West European Fish Technologists' Association (WEFTA). *Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 189: 309-316.
- AOAC 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Arlington. VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Aquerreta Y. 1999. Pescados. En: *Alimentos composición y propiedades*. Ed: McGraw-Hill. Interamericana.
- Balk E., Chung M., Lichtenstein A., Chew P., Kupelnick B., *et al.* 2004. Effects of omega-3 fatty acids on cardiovascular disease risk factors and intermediate markers of cardiovascular disease. *Evid. Rep. Technol. Assess.*
- Bello J.G. 1998. Generalidades en procesos de cocción. En: *Ciencia y tecnología culinaria*. Ed. Díaz de Santos (España).
- Buydens-Branch J., Branche M., McMakin DL., Hibbeln JR. 2003. Polyunsaturated fatty acid status and aggression in cocaine addicts. *Drug Alcohol Depend.* 71:319-23.
- Calder PC. 2004. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. *Clin. Sci.* (Londres) 107:1-11.
- Candela M., Astiasarán I. 2000 Alimentos Cocinados. En: *Alimentos, composición y propiedades*. Ed. McGraw Hill. Pp. 317-341.
- Christensen JH. 2003. n-3 Fatty acids and the risk of sudden cardiac death. Emphasis on heart rate variability. *Dan. Med. Bull.* 50:347-67.
- Das M.D. 2002. Long chain polyunsaturated fatty acids in the growth and development of the brain and memory. *Nutrition.* 19:1, 62-65.
- FAO 2001 *FAO-Yearbook of fishery statistics: aquaculture production* (Vol. 88/2). Rome: Food and Agricultural Organisation of the United Nations.
- Folch J., Lees, M., Stanley, G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal Biology Chemistry.* 226: 497-509.
- Grundy S.M., Denke M.A. 1995. Dietary influences on serum lipids. *J Lip Res;* 31:1149-1172.
- Herid W., Lapillonne A. 2005. The role of Essential Fatty Acids in development. *Annual Review of Nutrition.* 25:549-571.
- Higdon JV., Du S.H., Lee Y.S., Wu T., Wander R.C. 2001. Supplementation of postmenopausal women with fish oil does not increase overall oxidation of LDL ex vivo compared to dietary oils rich in oleate and linoleate. *J. Lipid Res.* 42: 407-18.
- Huss H.H. 1999. El pescado fresco: su calidad y cambios en su calidad. Documento Técnico de pesca 348. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, Roma, Italia.
- Iribarren C, Markovitz J.H., Jacobs D.R., Schreiner P.J., Daviglius M., Hibbeln J.R. 2004. Dietary intake of n-3, n-6 fatty acids and fish: relationship with hostility in young adults. *Eur. J. Clin. Nutr.* 58:24-31.
- Kang J.X., Leaf A. 2000. Prevention of fatal cardiac arrhythmias by polyunsaturated fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.* 71:202-7S.
- Kinsella J.E. 1999. Sources of omega-3 fatty acids in human diets. En: *Omega-3 Fatty Acids in Health and Disease*, Eds: RS Lees, M Karel, pp. 157-200. New York: Marcel Dekker.
- Krajnovic M., Najdek M., y Ozretic B. 1994. Fatty acids in liver and muscle of farmed

- and wild sea bass. *Comparative Biochemistry and physiology*, 109A: 611-617.
- Lal S.P. 1995. Macro and trace elements in fish and shellfish. En: *Fish and fishery products: composition, nutritive properties and stability*. Eds. A. Ruitter. pp. 187-214. Wallingford: CAB International.
- Mata P., de Oya M., Perez Jiménez F., Ros E. 1994. Dieta y enfermedades cardiovasculares. Recomendaciones de la Sociedad española de Arteriosclerosis. *Clin Invest Arterioscler.* 6: 43-61.
- MSC (Ministerio de Sanidad y Consumo) 1985. *Análisis de Alimentos. Métodos oficiales y recomendados por el centro de investigación y Control de Calidad*. Ed. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Morris M.C., Evans D.A., Bienias J.L., Tangney C.C., Bennett D.A. 2003. Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident Alzheimer disease. *Arch. Neurol.* 60:940-46.
- Morrisey P.A., Fox P.F. 1981. Tenderization of meat: a review. *Ir. J. Food Sci. Technol.* 5, 33-45.
- Noaghiul S., Hibbeln J.R. 2003. Cross-national comparisons of seafood consumption and rates of bipolar disorders. *Am. J. Psychiatry* 160: 2222-27.
- Orban E., Di Lena G., Navigato T., Casini I., Santaroni G., Marzetti A., Caproni R. 2002. Quality characteristics of sea bass intensively reared and from lagoon as affected by growth conditions and the aquatic environment. *J. Food Sci.* 67, 542-546.
- Orban E., Navigato T., Di Lena G., Casini I., Marzetti A., Caproni R. 2003. Differentiation in the lipid quality of wild and farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilt-head sea bream (*Sparus aurata*). *J. Food Sci.* 68, 128-132.
- Pascual V., Llau L., Meco J.F., Pachés M.D., Palencia A. y Ros E. 2003. Dieta cardiosaludable y principios inmediatos. En: *Guía de alimentos cardiosaludables en atención primaria*. Eds: Jose Felix Meco y Vicente Pascual.
- Pearson A.M., Dutson T.R. 1997. *Production and processing of healthy meta, poultry and fish products*. Ed. Blackie Academic and Professional, Londres.
- Pérez F., Lopez J.A., Marín J.F., Zamora S 1998. Características de la grasa de algunos alimentos del grupo de las carnes y su relación con la salud. *Nutr. Hosp.* 13:95-98.
- Pérez F., Larqué E., Zamora S. 2005. Calidad nutritiva de los alimentos. *Tratado de Nutrición*. Tomo 2. Acción Médica. pp: 619-645.
- Periago M.J., Ayala M.D., López-Albors O., Andel I., Martínez C., García-Alcaraz A., Ros G., Gil F. 2005. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, (*Dicentrarchus labrax*) 2005. *Aquaculture* 249 175-188.
- Pirini M., Gatta P.P., Testi S., Trigari G., Monetti P.G. 2000. Effect of refrigerated storage on muscle lipid quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed on diets containing different levels of vitamin E. *Food Haem.* 68, 289-293.
- Primo Yúfera E. 1997. *Química de los alimentos*. Ed Síntesis. Madrid.
- Ramirez Tortosa M. C., Aguilera C.M., Mesa M.D. 2005. Nutrición y control de factores de riesgo cardiovascular. En: *Tratado de Nutrición*. Ed Acción Médica. Madrid. Cap. 4.19.
- Reglamento (CE) 2074/2005 de la Comisión. 2005, por el que se establecen los límites legales de nitrógeno básico volátil total en distintas especies de pescado, y los métodos de análisis que deben utilizarse. DO L 338 de 22/12/2005.
- Roynette C., Calder P., Dupertuis Y., Pichard, C. 2004. n-3 Polyunsaturated fatty acids and colon cancer prevention. *Clinical nutrition.* 23:139-151.
- Sanchez-Mata A., Mora J. 2000. A review of marine aquaculture in Spain: production,

- regulations and enviromental monitoring. *J. Appl. Ichthyol.* 16: 209-213.
- Senso L., García Gallego M., Suárez, M.D. 2003. Efecto de diversos factores sobre algunos parámetros de calidad nutricional de tres especies de acuicultura: Dorada, Dentón y Lubina. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura.
- Serot T., Gandemer G., Demaimy M. 1998. Lipid and fatty acid composition of muscle from farmed and wild adult turbot. *Aquaculture International.* 6: 331-343.
- Schricker B.R., Millar P.D., Stouffer J.R. 1982. Measurement and content of non-heme and total iron in muscle. *Journal of Food Science* 47.
- Sikorski Z. E., Scott D.N., Buisson D.H. 1984. The role of collagen in the quality and processing of fish. *Crit. Rev. Food sci. Nutr.* 20, 301-343.
- Tanskanen A., Hibbeln J.R., Hintikka J., Hatanainen K., Honkalampi K., Viinamaki H. 2001. Fish consumption, depression, and suicidality in a general population. *Arch. Gen. Psychiatry* 58: 512-13.
- Testi S., Volado A., Gatta, P.P., Badiani, A. 2006. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chemistry* 98:104-111.
- Uauy R., Hoffman D.R. Peirano P., Birch D.G., Birch EE. 2001. Essential fatty acids in visual and brain development. *Lipids* 36:885-95.
- Ulbrich T., Southgate D. 1991. Coronary heart disease: seven dietary Factors. *Lancet.* 338: 985-992.

