

JACUMAR
JUNTA NACIONAL ASESORA DE CULTIVOS MARINOS

PLANES NACIONALES DE CULTIVOS MARINOS

INFORME FINAL

Título:

***CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL
PESCADO DE CRIANZA***

RESUMEN EJECUTIVO (MÁXIMO 10 PÁGINAS)

1.- DATOS ADMINISTRATIVOS

TÍTULO: *CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL PESCADO DE CRIANZA*

FECHAS DE REALIZACIÓN: 01/01/2008 a 30/06/2012

DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO

Nombre y Apellidos: Rafael Ginés Ruiz
Organismo/ Centro: Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria / Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Correo electrónico: rgines@dpat.ulpgc.es

Comunidades Autónomas participantes

CANARIAS (Coordinación)
ANDALUCÍA
ASTURIAS
BALEARES
CATABRIA
CATALUÑA
GALICIA
MURCIA

2.- RESULTADOS TECNICOS DEL PLAN NACIONAL

2.1. OBJETIVOS

1. Establecer los criterios que definan la calidad del pescado de crianza. Evaluar la percepción que tienen los consumidores de la calidad del pescado en general y del pescado de crianza en particular.
2. Estimar el valor nutritivo y atributos sensoriales del pescado de crianza y compararlo con el que aportan las mismas especies procedentes de la pesca extractiva.
3. Evaluar los cambios en el valor nutritivo y en los atributos sensoriales del pescado de crianza al utilizar harinas y/o aceites vegetales en los piensos.
4. Describir la evolución del deterioro tras el sacrificio del pescado de crianza durante el almacenamiento en hielo hasta su consumo.
5. Determinar los niveles de contaminantes del pescado de crianza y de las mismas especies de pesca extractiva.
6. Estudiar posibles cambios en la presentación comercial, evaluando su aceptación y las alteraciones durante su conservación hasta llegar al consumidor.

2.3. METODOLOGÍA

Objetivo 1. Se desarrollaron dos actividades en las que se involucraron a diferentes grupos de consumidores, una primera para determinar los criterios que condicionan la percepción de calidad y otra segunda para valorar la aceptación del pescado de crianza. A su vez, la primera actividad se dividió en dos etapas: una cualitativa en la que a través de grupos de discusión de alrededor de 10 personas en nueve CCAA (las ocho participantes más Madrid) se discutieran los principales factores que influyen en el consumo de pescado así como los principales motivos, ventajas, barreras e inconvenientes a la hora de tomar la decisión de compra por parte de los consumidores españoles; y una segunda etapa cuantitativa con unos 100 consumidores en cada una de las nueve CCAA para valorar cuantitativamente la visión y comportamiento del consumidor. En la etapa cualitativa todas las sesiones fueron grabadas en video para su estudio posterior y el tratamiento de los datos obtenidos con el fin de que sirvieran como base para el diseño del cuestionario a utilizar en la etapa cuantitativa.

Para la segunda actividad se reclutaron 100 consumidores en las CCAA de Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Galicia y Murcia, y 200 en las CCAA de Madrid, País Vasco y Cataluña. En todos los casos a cada consumidor se le ofrecieron ocho piezas de pescado: cuatro especies (lubina, rodaballo, besugo y dorada) y dos orígenes (pesca extractiva y crianza). La degustación de las muestras se hizo a ciegas sin disponer de ningún tipo de información, excepto a 100 consumidores de cada una de las tres CCAA donde se reclutaron 200, a los cuales se les informó tanto del origen como de la especie que iban a probar.

Objetivo 2. Este objetivo también se dividió en dos actividades, una en la que se evaluaron sensorialmente mediante paneles de jueces entrenados las diferencias entre pescado procedente de pesca extractiva y de crianza dentro de cada una de las cuatro especies de trabajo, y otra en la que se analizaron bioquímicamente en función de origen y especie. Previo al análisis sensorial, los paneles elaboraron de manera independiente un perfil para cada especie, el cual fue posteriormente consensuado y verificado por todos. De manera secuencial, a lo largo del desarrollo del proyecto, las CCAA de Murcia, Andalucía, Galicia y Cantabria fueron las responsables del envío de peces para los análisis sensoriales. Las pruebas bioquímicas se completaron además con muestras procedentes del resto de CCAA participantes en las que se crían alguna de las especies en estudio, pretendiéndose con ello evaluar diferencias achacables no sólo al origen sino también al sistema de crianza y la época del año.

Objetivo 3. En función de la experiencia de los grupos investigadores, y en la mayor parte de los casos de común acuerdo con empresas fabricantes de piensos, se han diseñado y testado diversas dietas. Así, las pruebas de engorde y/o finalización realizadas han sido las siguientes: sustitución parcial del aceite de pescado por aceites vegetales en un 80% para engorde de dorada en Murcia; sustitución parcial de la harina de pescado por harinas vegetales en un 25 y un 62,5% para engorde de lubina en Andalucía; sustitución parcial de la harina de

pescado por harinas vegetales en un 50% para engorde de besugo en Galicia; dieta con sustitución total y otras parcial del aceite de pescado por aceites vegetales en un 25, 50, 75 y 100% para engorde de rodaballo en Cantabria; sustitución parcial del aceite de pescado por aceites vegetales en un 50% y reducción del 25% en la ración diaria aportada para engorde de dorada en Baleares y de lubina en Canarias, completándose en ambos casos una segunda fase para la finalización del engorde añadiendo a todas las dietas un 6% de aceite de krill. Además de los datos biométricos y zootécnicos evaluados a lo largo de las distintas experiencias, al finalizar se realizaron análisis bioquímicos y sensoriales.

Objetivo 4. Para este objetivo, ya sea con individuos procedentes de pesca extractiva, de granjas comerciales o los obtenidos bajo las condiciones de crianza seguidas en los ciclos de engorde completados en los distintos centros, se estudió la vida útil del producto evaluando la evolución de los parámetros que la determinan durante el periodo de conservación en hielo. El pescado entero sin eviscerar se ha mantenido en cámara de frío, reponiendo el hielo según necesidad (aun siendo bajo el grado de deshielo, las cajas de poliestireno estaban provistas de agujeros para el drenaje del agua). Las pruebas realizadas han sido la valoración sensorial de la frescura mediante QIM, evolución de la composición de ácidos grasos, pH, color de la piel y de la carne, textura (en el pez entero previo fileteado y en el filete tanto crudo como cocinado), capacidad de retención de agua, oxidación lipídica y análisis microbiológicos.

Objetivo 5. Se analizaron los niveles de contaminantes orgánicos (PCBs, DDTs, hexaclorobenceno y lindano) y metales pesados (mercurio, plomo y cadmio) en la fracción comestible de pescados de las cuatro especies estudiadas. Además del origen (pesca extractiva o crianza), se evaluaron las posibles diferencias entre el sistema de crianza, localización geográfica de la granja de engorde y la época del año.

Objetivo 6. Para determinar las alteraciones en la vida útil y el grado de aceptación de filetes conservados en atmósferas modificadas, se realizaron ensayos tanto en pescado procedente de instalaciones comerciales, como de dos de las experiencias de engorde ya relatadas, la llevada a cabo en Murcia con dorada y la desarrollada en Canarias con lubina. Las condiciones de envasado fueron: aire, vacío y combinaciones de CO₂ y N₂ (40/60 en ambas especies) o de CO₂, N₂ y O₂ (40/30/30 sólo en dorada). En todos los casos las bandejas se dispusieron en vitrina expositora durante 14 días a 4°C, realizándose muestreos intermedios para determinar la evolución de las características sensoriales de los filetes, pH, color, capacidad de retención de agua, nitrógeno básico volátil total, trimetilamina, oxidación lipídica y recuentos microbiológicos.

2.4. RESULTADOS

Objetivo 1. PERCEPCIÓN DE CALIDAD. Las características sensoriales, especialmente el sabor y la textura, se identificaron como uno de los principales factores limitantes en la aceptación del pescado de crianza. Es de destacar que algunos de los aspectos que fueron citados como ventajas o motivos en el consumo de pescado por algunos consumidores fueron también citados como inconvenientes o barreras por parte de otros. No se apreciaron diferencias claras entre CCAA pero sí se observaron tendencias en lo que se refiere al género, la edad y al grado de consumo de pescado. Así, el pescado de crianza se percibió como una opción más económica, más controlada, con menos parásitos, con menos metales pesados y menos contaminado por los vertidos marinos que el pescado de pesca extractiva. El pescado salvaje se describió principalmente como aquel de mayor calidad, mayor sabor y menor carácter artificial. En general se constata el correcto conocimiento de ambos productos por parte de los consumidores en algunos aspectos y su gran desconocimiento en otros.

El país de origen parece ser el factor más importante para los consumidores, mientras que el método de obtención posee menos importancia. El pescado ideal para los consumidores españoles es aquel que se presenta fresco, ha estado obtenido mediante pesca extractiva y tiene origen español.

ACEPTACIÓN DEL PESCADO DE CRIANZA. Los resultados obtenidos muestran la existencia de diferencias sensoriales entre ambos orígenes para todas las especies, excepto para el besugo, cuando se evalúan sin información, prefiriéndose en todos los casos el pescado de crianza por encima del de pesca extractiva. Atendiendo a las CCAA, ha habido variaciones en la aceptabilidad y la magnitud de las diferencias entre orígenes, y si bien siempre fue mejor valorado el de crianza, en Galicia y Madrid dichas diferencias no fueron significativas.

Cuando se informa al consumidor sobre el origen del pescado que va a degustar los resultados cambian en el sentido de otorgar una mayor puntuación al proveniente de pesca extractiva, aunque en ningún caso penalizando al de acuicultura. Además, especies consideradas de alto valor, como el rodaballo o la lubina, incrementan en su aceptabilidad.

Objetivo 2. ANÁLISIS SENSORIALES. Se ha trabajado conjuntamente con tres paneles de evaluadores entrenados (CCAA de Cataluña, Murcia y Canarias), consensuándose los atributos a valorar, las escalas de entrenamiento y la forma de preparación y presentación de las muestras. El total de atributos a valorar ha variado entre especies. Así, para la dorada se han utilizado 16 atributos (tres de olor, cuatro de apariencia, cuatro de flavor y cinco de textura), para la lubina 15 (se ha eliminado uno de apariencia), para el besugo 18 (uno más de flavor y dos más de textura en relación a la lubina) y para el rodaballo 19 (de olor y apariencia igual que la dorada, mientras que en flavor y textura han sido la misma cantidad que en besugo pero diferentes atributos).

En general, se han encontrado diferencias significativas entre animales de crianza y de pesca extractiva para gran parte de los atributos incluidos en los diferentes perfiles. Únicamente en la lubina las diferencias entre ambos orígenes fueron más limitadas. La mayor cantidad de grasa del filete ha sido la responsable de las diferencias en olores y sabores aceitosos así como la sensación de carácter graso referida a los atributos de textura. Sin embargo los rangos no han sido iguales dentro de cada especie, con los valores más altos en dorada y lubina y los más bajos en besugo y rodaballo, aunque en estos dos últimos con las mayores diferencias entre orígenes. La firmeza ha sido más alta en los individuos de pesca aunque sólo con diferencias significativas para la dorada y el rodaballo. Por su parte, olor y flavor marino han sido menos valorados en los individuos de crianza, con diferencias significativas en todos los casos salvo el olor para el caso de la lubina.

ANÁLISIS BIOQUÍMICOS. Para todas las variables referidas a la composición proximal (contenido en proteína, grasa, humedad y cenizas por unidad de peso de fracción comestible) hay efecto del origen (pesca extractiva frente a crianza), lugar geográfico de cría y época del año. Dentro de las especies con mayor número de tratamientos, dorada y lubina, la variabilidad es muy grande, encontrándose en el mercado productos sensiblemente diferentes. Así, aunque a priori podría pensarse en una mayor cantidad de grasa de los pescados de crianza, esto no sucede tan claramente, al menos en la dorada. En general tienen menos grasa los de pesca extractiva, pero dependiendo de la época del año llegan incluso a superar a los de crianza. Diferente es lo que sucede con el besugo y el rodaballo. En ambas especies, el nivel de grasa en el filete es muy bajo en los individuos de pesca extractiva, y aunque en los de crianza los valores no son muy elevados (algo mayores en el rodaballo), están por el orden de entre tres y cinco veces por encima.

El tipo de ácidos grasos que componen los lípidos del filete de las distintas especies siguen dinámicas muy diferentes entre ellas. Así, mientras los niveles de ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5 ω -3) están en rangos de valores parecidos (es especialmente bajo en dorada de pesca extractiva de uno de los dos orígenes testados), el ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6 ω -3) alcanza en el rodaballo y sobre todo en el besugo (en ambos casos para los pescados provenientes de pesca extractiva) niveles muy elevados. Al comparar la concentración por unidad de peso de la grasa del perfil de ácidos grasos del pescado de pesca extractiva con el de crianza, se observa que los de pesca tienen un mayor nivel de ácidos grasos saturados, menor de monoenoicos, e igualmente, y más a tener en consideración, menos ácidos grasos de la serie omega-6. Dentro de los monoenos, el pescado de crianza tiene una mayor presencia de oleico, mientras que en los omega-6, esa cantidad superior del pescado de crianza es debida a la acumulación de ácido linoleico (LA, C18:2 ω -6). Si las concentraciones mostradas en los perfiles lipídicos de las cuatro especies son corregidas por el nivel de grasa del filete según origen, se obtiene que, en valor absoluto, la ingesta de EPA más DHA que se lograría con 100 gramos de filete estaría entre los 305 a los 362 mg/100 g de filete en dorada y lubina respectivamente cuando provienen de pesca extractiva, estando entre medio el rodaballo con 311 y el besugo con 347,

pero se llegaría hasta los 811 en dorada, 1.080 en lubina, 1.152 en rodaballo y 359 mg/100 g de filete en besugo cuando son de crianza. Aparte de cubrir los requerimientos de EPA y DHA, es importante mantener una baja relación omega-6/omega-3. El pescado de crianza tiene un ligero peor balance omega-6/omega-3 que el proveniente de pesca extractiva, con valores para las especies estudiadas de 0,9 y 0,4 en dorada, 0,7 y 0,3 en lubina, 0,4 y 0,2 en rodaballo y 0,7 y 0,2 en besugo respectivamente para crianza y pesca extractiva. En cualquier caso esos valores pueden considerarse totalmente óptimos.

Apenas se han encontrado diferencias significativas en los perfiles de aminoácidos en relación al sistema de producción, origen geográfico o época del año. Cabe destacar los elevados niveles de lisina, aminoácido esencial de especial trascendencia. En cualquier caso, si tenemos en cuenta que las proteínas celulares están genéticamente determinadas, a diferencia de la composición de ácidos grasos de sus membranas que tienen una gran dependencia de lo ingerido a través de la dieta, las diferencias en el perfil de aminoácidos esenciales dentro de cada especie entre individuos procedentes de pesca extractiva o de crianza no son significativamente diferentes. Unido a esto, tampoco hay variación importante en el contenido global de proteína en el músculo, ya que si bien hay un incremento de la proporción de lípidos, éste se materializa a costa del contenido en humedad, el cual se ve reducido.

En referencia a los contenidos en minerales analizados, en tres de ellos, calcio, magnesio y cobre, no ha habido diferencias ni entre especies, ni entre orígenes, ni entre zonas geográficas de crianza. Para éste último factor geográfico si han sido diferentes el fósforo, el sodio, el potasio, el hierro y el cinc. Entre especies sólo ha habido diferencias en el fósforo y el hierro. Y para el hierro además se han encontrado diferencias entre origen, fundamentalmente debidas al besugo ya que los valores de los pescados de crianza fueron notablemente mayores que los de pesca extractiva.

Objetivo 3. Las sustituciones planteadas en las diferentes dietas proporcionadas a cada especie no han tenido efectos negativos sobre el crecimiento, no encontrándose diferencias significativas en el peso al final de los distintos ciclos de engorde planteados. Reseñar que en el caso de las doradas criadas en Baleares, la dieta basada de manera única en aceite de pescado como fuente lipídica mejoró ligeramente el crecimiento con respecto a la inclusión parcial de aceites vegetales. Las sustituciones de harinas de pescado por harinas vegetales no influyeron sobre el crecimiento. Tampoco se vieron alterados el porcentaje de porción comestible, el porcentaje de grasa mesentérica acumulada y los desarrollos gonadal, digestivo y hepático.

En referencia a la composición química, las variaciones fueron más importantes cuando la sustitución fue de aceite de pescado al compararlas con las sustituciones de la harina. Aunque estas variaciones sólo fueron evidentes en el perfil de ácidos grasos, no en la composición proximal. En definitiva, se podría concluir que el uso de aceite vegetales como parte de la fuente de lípidos en la dieta provocó algunas modificaciones en el perfil de ácidos grasos de la carne,

con ciertas implicaciones en las propiedades saludables del pescado. Si bien el producto obtenido con la dieta de aceites vegetales cubriría los requerimientos necesarios de HUFA n-3 con una ingesta similar a la del obtenido con la dieta de aceite de pescado, el mayor contenido de PUFAs n-6 en la carne del pescado alimentado con los aceites vegetales no favorecería el descenso del ratio n-6/n-3 de las dietas. Aunque, el mayor aporte de PUFA n-6, así como la menor cantidad de FAs saturados aterogénicos de las dietas vegetales, darían lugar a un producto más recomendable en cuanto a la aterogenicidad de su grasa.

Por último, la incidencia sobre las características sensoriales del producto obtenido ha sido más bien escasa. Apenas se han encontrado diferencias significativas entre los atributos de los distintos perfiles excepto para el besugo, con variaciones hasta en 6 de los 18 atributos incluidos en su perfil. Concretamente, se observaron diferencias significativas para los atributos de olor y flavor aceitoso, olor a marisco, persistencia del sabor, carácter graso y adherencia. Destacar que los besugos alimentados con la dieta de mayor proporción de harina de pescado presentaron un mayor olor y flavor aceitoso que los alimentados mediante la dieta estándar, los alimentados con la dieta estándar mostraron un mayor flavor a marisco y los alimentados mediante la dieta con mayor proporción de proteínas vegetales presentaron una mayor adherencia.

Objetivo 4. ANÁLISIS SENSORIALES. Como era de esperar, a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento fueron aumentando los puntos de demérito, pero en la mayor parte de los casos sin diferencias significativas entre los distintos tratamientos relativos a las dietas utilizadas dentro de cada especie. Únicamente en las doradas alimentadas con sustitución total del aceite de pescado por aceites vegetales, éstas fueron algo más elásticas y presentaron un menor deterioro del color de las agallas.

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS. Las mayores variaciones durante el periodo de conservación en hielo se observaron para los ácidos grasos saturados, con un aumento del mirístico hacia el final y del esteárico en los primeros días. Atendiendo a la dieta, éste incremento fue mayor en el caso de la elaborada con aceite de pescado. El representativo de los monosaturados, el ácido oleico, se redujo con el tiempo en los peces alimentados con dietas sustituidas con aceites vegetales, ya que de hecho comenzaron con niveles más altos. No hubo efecto del tiempo de almacenamiento en los poliinsaturados salvo en el ácido docosahexaenoico (DHA), con un aumento en el caso de los peces alimentados con dietas elaboradas a base de aceite de pescado, mientras que con los aceites vegetales dicho aumento se apreció al principio del periodo de conservación, volviendo con el tiempo a los niveles iniciales.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS. El pH fue incrementándose durante el periodo de almacenamiento, evolución lógica del pescado en hielo ya que se van acumulando compuestos nitrogenados derivados de la autólisis y degradación bacteriana. La dieta tuvo efecto pero sólo en los casos en los que la sustitución se realizó a nivel de las proteínas y con resultados algo contradictorios, ya que si bien en la lubina los mayores valores fueron en la dieta estándar con menor nivel

de proteína vegetal, los del besugo lo fueron cuando la inclusión de proteína vegetal fue más alta. La capacidad de retención de agua fue menor en el día inicial que durante el resto de la conservación, mostrando a lo largo de ésta los valores más altos la sustitución de aceite de pescado por aceites vegetales. Por su parte el color, tanto de la piel como del filete, fue aclarándose a lo largo del tiempo en hielo, aumentando en el caso de la piel del besugo las tonalidades rojas. La dieta apenas afectó al color excepto en el caso del besugo, con un oscurecimiento del filete al aumentar las proteínas vegetales en la dieta. Si se vio afectada la textura con la inclusión de harinas vegetales en la lubina, y si bien no afectó al pez entero, los filetes crudos fueron menos elásticos y menos cohesivos con la mayor sustitución, manteniéndose esa menor cohesividad en los filetes cocinados. En cuanto a los resultados de oxidación lipídica, ésta se incrementó con el tiempo, obteniéndose valores más elevados en los peces alimentados con dietas en los que sólo se incluyeron aceites de pescado.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS. Al igual que sucede para el apartado de la valoración sensorial, los distintos recuentos microbiológicos aumentaron con el tiempo de almacenamiento. Los aerobios psicrófilos y *Pseudomonas* no fueron detectados hasta pasadas dos semanas, mostrando un menor crecimiento en los peces alimentados con dietas elaboradas con aceites de pescado. No se obtuvieron diferencias achacables a la dieta ni en mesófilos ni en enterobacterias.

Objetivo 5. METALES PESADOS. Los resultados de cadmio y plomo obtenidos (<0,01 y <0,04 respectivamente), tanto en pescado procedente de pesca extractiva como de crianza, están por debajo de los límites de cuantificación del método reglamentado oficialmente, y más aun de los límites establecidos en el Reglamento (CE) 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, concretamente para la carne de pescado en 0,30 y 0,05 mg/kg peso fresco respectivamente. En cuanto a los valores de mercurio, estos oscilan entre el mínimo de 0,01 mg/kg de peso fresco para la dorada salvaje y el máximo de 0,27 mg/kg para la lubina salvaje, datos por debajo del límite señalado en el citado reglamento de 0,50 mg/kg de peso fresco para carne de pescado (para un listado numeroso de especies entre las que se encuentra el besugo, dicho límite se fija en 1,00 mg/kg). Es precisamente para el mercurio donde se aprecian diferencias significativas entre especies y entre animales de crianza y de pesca extractiva: todos los de pesca extractiva, excepto la dorada, presentan valores más altos y significativamente diferentes, que el resto. Al comparar entre especies, no hay diferencias entre ellas cuando provienen de crianza, mientras que referidos a los de pesca, lubina y rodaballo están por encima de las otras.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS. Entre los PCBs analizados, los congéneres 101, 105, 118, 138, 153, 156 y 180 fueron detectados en las muestras analizadas, mientras que no sucedió así para los más tóxicos, congéneres 77, 126 y 169. Los PCBs 138 y 153 fueron los contaminantes más frecuentes, alcanzándose valores máximos de 25 y 29 ng/g peso fresco en lubina y rodaballo salvaje, respectivamente, con el sumatorio del global. Los resultados muestran que los niveles encontrados en los ejemplares de pesca extractiva son superiores a los

encontrados en acuicultura, excepto en el caso de besugo. En cualquier caso, y teniendo en cuenta los factores de equivalencia tóxica (TEF) para los congéneres detectados (0,0001 para el 105 y 118, y 0,0005 para el 156), estaríamos hablando de 0,25 pg/g de músculo en la muestra más contaminada correspondiente a uno de los rodaballos de pesca extractiva. Teniendo en cuenta que el Reglamento (CE) 1881/2006 establece un máximo de 4 pg/g de peso fresco, se está muy lejos de ser considerado conflictivo.

En cuanto la presencia de DDTs, los valores máximos se encontraron en las muestras de lubina procedentes de Andalucía que fueron criadas en esteros. Destacar que los resultados fueron muy diferentes entre CCAA y especies, y en general, al contrario de lo que sucede en el caso de los PCBs, los niveles de estos contaminantes en los ejemplares de pesca extractiva fueron inferiores a los encontrados en acuicultura para todas las especies. Para el hexaclorobenceno los máximos niveles se asignaron, al igual que los DDTs, a muestras de lubina procedentes de Andalucía que fueron criadas en esteros. Y también como para los DDTs, doradas y lubinas de pesca extractiva estuvieron menos contaminadas, en el rodaballo las concentraciones encontradas fueron similares entre los ejemplares de pesca extractiva y de acuicultura, mientras que en besugo no fue detectado en ninguno de los dos orígenes.

Objetivo 6. RECIENTOS MICROBIOLÓGICOS. Si bien en todos los casos los microorganismos estudiados aumentaron sus recuentos a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento, los filetes envasados tanto al vacío como en los diferentes tipos de atmósferas modificadas mostraron en general el día 14 un grado de proliferación microbiana por debajo de los límites recomendados para su comercialización. Esto no sucedió para los filetes en condiciones de aerobiosis, alcanzando a mitad del periodo de estudio niveles por encima de los máximos recomendados. De los tres tipos de modificaciones sobre la control con aire, la que mejores resultados ofreció fue la de la mezcla de CO₂ y N₂ (40/60). No se detectó efecto de la dieta en el crecimiento bacteriano.

PARÁMETROS BIOQUÍMICOS. Reseñar únicamente los dos quizás más trascendentes desde el punto de vista de la comercialización, como son el nitrógeno básico volátil total (NBVT) y la oxidación de los lípidos (TBARs). Para el caso del NBVT hay un claro efecto del envasado en atmósfera modificada a favor de ésta frente a aerobiosis y vacío, ya que a pesar de que en algún caso los valores tras finalizar el periodo de almacenamiento han aumentado ligeramente con respecto a los iniciales, en general se han mantenido constantes, situación totalmente contraria a lo encontrado en aire y vacío, con progresivos incrementos a lo largo del tiempo, más importantes para la prueba en aerobiosis. También ha habido un efecto de la dieta, con valores más bajos en los filetes de peces alimentados con piensos formulados con aceite de pescado como fuente de lípidos que aquellos en cuya fórmula ha sido parcialmente sustituido el aceite de pescado por aceites vegetales.

La oxidación lipídica tuvo un comportamiento diferente. Evidentemente donde se mantuvo a un nivel más bajo fue en el envasado al vacío. En la atmósfera modificada, cuando la mezcla fue de CO₂ y N₂ los valores fueron bajos, no diferentes con el aire para la experiencia con dorada y sí para el caso de la lubina. Cuando la atmósfera modificada fue la mezcla propuesta de CO₂, N₂ y O₂ (40/30/30), la oxidación de los lípidos fue significativamente más alta ya desde el día 4 de almacenamiento, aumentando la diferencia hasta el día 14. La dieta también tuvo efecto ya que los filetes de los peces alimentados con las dietas sin sustitución del aceite de pescado presentaron un mayor grado de oxidación.

EVALUACIÓN SENSORIAL. Como era de esperar, a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento, hubo una disminución en la valoración de algunos atributos en el filete crudo, tales como el olor a fresco, el color de la carne y la elasticidad, mientras que aumentaron el olor rancio, el olor pútrido y la adhesividad. Destacar en el caso del olor rancio las diferencias según tipo de envasado, ya que la mayor puntuación la obtuvieron los filetes en aire y la menor los de vacío, estando los de atmósfera modificada en posición intermedia, situación apreciada partir del día 11 de almacenamiento.

Para los filetes cocinados, la atmósfera modificada tuvo un efecto positivo en la jugosidad y el flavor, no encontrándose diferencias en la firmeza. Éstas si que fueron percibidas a medida que se avanzó en el tiempo de almacenamiento, con valores significativamente más bajos al final, el día 14. No se apreciaron diferencias achacables a la dieta.

2.5. CONCLUSIONES/APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS DEL PLAN

1^a. Hay una clara discrepancia entre la percepción subjetiva y objetiva de la calidad del pescado de crianza, lo cual sugiere buenas expectativas para el sector. Si bien no parece necesario actuar sobre la calidad sensorial, sí que es preciso mejorar la imagen entre los consumidores para fidelizarlos en su consumo. En este sentido es necesario desarrollar estrategias de información efectiva a diferentes niveles socioeconómicos, involucrando especialmente el sector médico. El eslogan podría ser: LA BATALLA SENSORIAL LA TENEMOS GANADA.

2^a. Los diferentes perfiles sensoriales desarrollados para cada una de las especies se han mostrado eficaces de cara a diferenciar sus atributos sensoriales. Por ello, pueden ser utilizados para caracterizar los productos que se ponen en el mercado. Además constituyen una herramienta para el sector de cara a complementar la información que se proporciona a los consumidores.

3^a. Se ha constatado una cierta variabilidad dentro de la especie en relación a los diferentes pescados que se remiten a los puntos de venta. A pesar de ello, de manera general el producto de acuicultura tiene un mayor porcentaje de grasa en el filete, y si bien la proporción de ácidos grasos penaliza en algunos casos ligeramente aquellos beneficiosos para la salud, al corregirlos por la citada mayor

proporción de grasa, es necesaria una menor ingesta para cubrir las necesidades de omega-3 altamente insaturados (EPA y DHA).

4ª. La sustitución parcial tanto de la harina como del aceite de pescado a los niveles planteados y con las especies de destino, puede ser llevada a cabo por parte del sector ya que no se ven penalizados los índices zootécnicos. Las variaciones tanto en la composición química como en los atributos sensoriales son consideradas de escasa trascendencia.

5ª. Durante el almacenamiento en hielo la vida útil no se vio afectada por las dietas utilizadas. Hasta los 14 días los recuentos microbiológicos no sobrepasaron las recomendaciones limitantes para la comercialización. Tampoco hubo un importante grado de enranciamiento, y desde el punto de vista nutricional, el perfil de ácidos grasos apenas se modificó.

6ª. Para las especies estudiadas, ni los individuos de pesca extractiva ni los de crianza alcanzaron niveles de contaminantes que motiven cualquier tipo de recomendación en cuanto a su consumo. Las cantidades tanto de metales pesados como de contaminantes orgánicos estuvieron en todos los casos muy por debajo de los límites internacionalmente aceptados. Y en general, en el pescado de crianza fueron todavía más bajos que en el de pesca.

7ª. Si el destino del producto es la presentación fileteada, el envasado ha de hacerse con atmósferas modificadas sin presencia de oxígeno. Sólo con aire, tanto el recuento microbiológico, como la oxidación de los lípidos y la acumulación de compuestos nitrogenados volátiles, merman la vida útil. Desde el punto de vista sensorial, la atmósfera modificada proporciona filetes más jugosos y con mayor puntuación de flavor.

Como conclusión general, hay que reivindicar la calidad del pescado de crianza en la acepción más completa del término: nutricional, organoléptica y de seguridad alimentaria, todo ello sin dejar de lado la primera apreciación que va a tener el consumidor cuando en el punto de venta se enfrente a su decisión de compra, la frescura. En definitiva, nuestra labor debe ser educativa, y desde el sector, con el consiguiente apoyo de las administraciones públicas, los esfuerzos deben ir orientados a explicar y convencer sobre las bondades del pescado de crianza.

2.6. VALORACIÓN

La utilidad del proyecto, para mí como coordinador, pero extensivo al resto de compañeros que han participado en su ejecución, huelga justificarla.

Ya antes de comenzar, tres cuestiones que chirriaban en la memoria presentada fueron oportunamente puestas en evidencia por los evaluadores del proyecto: su aparentemente desorbitado presupuesto, el elevado número de grupos e investigadores participantes, y en relación con esto último la a priori considerable

dificultad para coordinar las tareas a desarrollar tal y como se proponía realizarlas. Si nos quedamos en la segunda hoja de este informe con la cifra del presupuesto final, el proyecto no va a salir bien parado, realmente asusta. Pero como muy bien se mencionó en la evaluación *“parece, a primera vista, excesivo aunque en consonancia con los objetivos planteados si éstos se abordan en un sentido amplio y con rigor”*. Para las otras objeciones, número de grupos y coordinación de las tareas voy a ser más generoso en el comentario.

Desde el primer informe, como pardillo en la coordinación de un proyecto de los Planes Nacionales, destacué el mérito que para muchos de los grupos participantes representaba el abordar tareas algo alejadas (o muy alejadas) de sus habituales ámbitos de investigación. No ha sido fácil el trabajo con los consumidores, reclutarlos, encontrar salas adecuadas con acceso a una zona para preparar y cocinar el pescado, organizar la presentación de las muestras, en definitiva conseguir que las cerca de 1300 personas que han consumido pescado pudieran aportarnos lo que nos han aportado. Además de la importante labor pedagógica que creo hemos hecho todos a favor del consumo de pescado de crianza.

Algo más sencillo, pero también exigiendo un elevado grado de coordinación entre los grupos, ha sido tener que acoplar y sincronizar envíos de pescado fresco para los análisis sensoriales, consensuar perfiles y realizar las valoraciones al mismo tiempo y en idénticas condiciones que permitieran la potencia suficiente a las pruebas estadísticas que validen lo obtenido. Con respecto a las analíticas bioquímicas, ha habido que preparar muestras en origen por parte de varios grupos que han debido respetar un protocolo común, y ser enviadas a los distintos laboratorios encargados de los análisis.

El último comentario de la valoración es un aspecto que tiene más que ver con el apartado siguiente referido a la difusión de los resultados. Coincidiendo con el XIII Congreso Nacional de Acuicultura, desarrollamos una sesión técnica paralela en la que presentamos algunos de los resultados del proyecto. Se denominó PESCADO DE CRIANZA ¡SI, GRACIAS!, y si bien hubo una asistencia más que notable, se circunscribió, y no por falta de dedicación del organizador (Luis Guerrero intentó hasta el último momento contar con la asistencia de profesionales de ámbitos diferentes al de la acuicultura), a participantes en el congreso.

Como no se consiguió el objetivo inicial de divulgación, pudiéramos llamar no endogámica, volvimos a repetirlo en Las Palmas de Gran Canaria coincidiendo con la reunión anual de seguimiento del proyecto. El título fue el mismo pero se realizó en una escuela de hostelería acompañado de una degustación de pescado. Se contactó con asociaciones de consumidores y amas de casa y se divulgó en prensa. Si bien no hay que exagerar la repercusión de esta acción, si manifestar mi satisfacción, y por extensión la del resto de compañeros del proyecto, con el resultado obtenido.

2.7. DIFUSIÓN

Segundo año

Comunicaciones en congresos internacionales

- Claret, A., Guerrero, L., Guàrdia, M.D., Hernández, M.D., Aguirre, E., Ginés, R., Olmedo, M., Grau, A., Rodríguez, C. y Martínez, I. 2009. Assessment of the Advantages and Disadvantages of Fish Consumption by Spanish Consumers. 8th Pangborn Sensory Science Symposium. 26-30 julio 2009. Florencia, Italia.
- Hernández, M.D., Álvarez, A., Claret, A., Guerrero, L., Ginés, R. y Rincón, L. 2009. Descriptive profile of seabream (*Sparus aurata*). Comparison between wild and cultured by three panels of trained tasters. 8th Pangborn Sensory Science Symposium. 26-30 julio 2009. Florencia, Italia.

Comunicaciones en congresos nacionales

- Álvarez, A., García-García, B., Garrido, M.D., López, M.B., Ferrandini, E. y Hernández, M.D. 2009. Selección y entrenamiento de un panel de catadores para pescado XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Claret, A., Guerrero, L., Hernández, M.D., Aguirre, E., Rincón, L., Peleteiro, J. B., Grau, A., Rodríguez, C. y Martínez, I. 2009. Importancia de la frescura, el país de origen, el método de obtención y el precio en la selección del pescado mediante Análisis Conjunto. XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Claret, A., Guerrero, L., Aguirre, E., Hernández, M.D., Álvarez-Blázquez, B., Rincón, L., Martínez, I., Grau, A. y Rodríguez, C. 2009. Ventajas e inconvenientes asociados al consumo de pescado desde una perspectiva cualitativa. XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Guerrero, L., Claret, A., Hernández, M.D., Aguirre, E., Rincón, L., Pérez, E., Grau, A., Rodríguez, C. y Fernández C. 2009. Creencias de los consumidores españoles sobre el pescado de crianza en comparación con el de pesca extractiva. XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Hernández, M.D., Álvarez, A., García-García, B., Claret, A., Guerrero, L., Rincón, L. y Ginés, R. 2009. Perfil descriptivo de dorada (*Sparus aurata*). Comparativa entre salvaje y cultivada por tres paneles de catadores

entrenados. XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Hernández, M.D., Álvarez, A., Peleteiro, J.B., Claret, A., Guerrero, L., Rincón, L. y Ginés, R. 2009. Perfil descriptivo de besugo (*Pagellus bogaraveo*). Comparativa entre salvaje y cultivado por tres paneles de catadores entrenados. XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Olmedo, M., Linares, F., Álvarez-Blázquez, B., Pazos, G. y Peleteiro, J.B. 2009. Engorde de besugo, *Pagellus bogaraveo*, en jaulas con diferentes tasas de alimentación. XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Rincón, L., Ginés, R., Hernández, M.D., Álvarez, A., Claret, A. y Guerrero, L. 2009. Desarrollo de perfiles sensoriales para la caracterización de tres especies de crianza: dorada, lubina y besugo XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Rincón, L., Aguirre, E., Ginés, R., Claret, A., Guerrero, L., Hernández, M.D. y Álvarez, A. 2009. Diferencias sensoriales entre la lubina de crianza y la de pesca extractiva XII Congreso Nacional de Acuicultura. 24-26 noviembre 2009. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Tercer año

- Claret, L. Guerrero, MD. Guàrdia, MM. Agraso, B. Álvarez-Blázquez. Caracterización sensorial de la lubina (*Dicentrarchus labrax*) y el besugo (*Pagellus bogaraveo*) salvajes y de crianza. 6th Ibero American Sensory Analysis Symposium (SENSIBER). Centro Universitario SENAC. Campus Santo Amaro Sao Paulo (Brasil). 19-21 august 2010
- Claret A., Guerrero L., Ginés R, Hernández M.D., Aguirre E., Grau A., Peleteiro B., Martínez I., Rodríguez, C. Do Consumers Consider the Information Stated on Fish Labels? Fourth European Conference on Sensory and Consumer Research. A Sense of Quality. 5-8 September 2010. Palacio Europa, Vitoria-Gasteiz (Spain).
- Claret A., L. Guerrero, L. Rincón, E. Aguirre, MD. Hernández, A. Grau, I. Martínez, B. Peleteiro, C. Rodríguez. Pescado de crianza o pescado salvaje: ¿cuál de ellos se percibe como más saludable? 6th Ibero American Sensory Analysis Symposium (SENSIBER). Centro Universitario SENAC. Campus Santo Amaro Sao Paulo (Brasil). 19-21 august 2010.
- F. Linares, Olmedo M., Álvarez-Blázquez B., Pazos Sieira G., Pérez Rial E. & Peleteiro J.B. Engorde de besugo, *Pagellus bogaraveo*, en jaulas con

alimentos con diferente composición bioquímica. Aquaculture Europe 2010, Porto (Portugal)

- Cláudia Figueiredo-Silva, Corraze G., Kaushik S., Peleteiro J.B., Valente L.M.P.. Modulation of blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*) intermediary metabolic pathways by dispensable amino acids. Aquaculture Europe 2010, Porto (Portugal)

Cuarto año

AUTORES (p.o. de firma): Álvarez, A., García García, B., Garrido, M.D., López, M.B., Ferrandini, E., Hernández, M.D.

TÍTULO: Sensory analysis of fish: training and performance of a panel of tasters.

REF. REVISTA/LIBRO: Journal of Sensory Studies **CLAVE:** A

FECHA PUBLICACIÓN: En evaluación.

REVISTA DENTRO DEL 25% DE MAYOR INDICE DE IMPACTO DE SU ÁREA DE CONOCIMIENTO EN EL AÑO DE PUBLICACIÓN (*): SI NO **ÍNDICE DE IMPACTO:**

AUTORES (p.o. de firma): Álvarez, A., García García, B., Fontanillas, R., Hernández, M.D.

TÍTULO: The effect of partial replacement of fish oil by vegetal oils in diets on the quality of gilthead seabream (*Sparus aurata*).

REF. REVISTA/LIBRO: Aquaculture **CLAVE:** A

FECHA PUBLICACIÓN: En evaluación.

REVISTA DENTRO DEL 25% DE MAYOR INDICE DE IMPACTO DE SU ÁREA DE CONOCIMIENTO EN EL AÑO DE PUBLICACIÓN (*): SI NO **ÍNDICE DE IMPACTO:**

AUTORES (p.o. de firma): Álvarez, A., García García, B., Fontanillas, R., Hernández, M.D.

TÍTULO: Impact of dietary oils source on the quality of commercial-sized gilthead seabream (*Sparus aurata*) during ice storage.

REF. REVISTA/LIBRO: Food Chemistry **CLAVE:** A

FECHA PUBLICACIÓN: En evaluación.

REVISTA DENTRO DEL 25% DE MAYOR INDICE DE IMPACTO DE SU ÁREA DE CONOCIMIENTO EN EL AÑO DE PUBLICACIÓN (*): SI NO **ÍNDICE DE IMPACTO:**

AUTORES (p.o. de firma): Claret, A., Guerrero, L., Aguirre, E., Rincón, L., Hernández, M.D., Martínez, I., Peleteiro, J.B., Grau, A., Rodríguez-Rodríguez, C.

TÍTULO: Consumer preferences for sea fish using conjoint analysis: the importance of country of origin, obtaining method, storage conditions and purchasing price.

REF. REVISTA/LIBRO: Food Quality and Preference **CLAVE:** A

FECHA PUBLICACIÓN: En evaluación.

REVISTA DENTRO DEL 25% DE MAYOR ÍNDICE DE IMPACTO DE SU ÁREA DE CONOCIMIENTO EN EL AÑO DE PUBLICACIÓN (*): SI NO ÍNDICE DE IMPACTO:

AUTORES: Claret, A., Guerrero, L., Hernández, M.D., Aguirre, e., Rial, E., Fernández, C., Grau, A., Rodríguez C. Rincón, L.
TÍTULO: Consumers' acceptability of wild and farmed sea fish in blind and informed conditions.
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
CONGRESO: 9th Pangborn Sensory Science Symposium
PUBLICACIÓN: Libro de resúmenes
LUGAR DE CELEBRACIÓN: Toronto, Canadá
AÑO: 2011

AUTORES: Claret, A., Guerrero, L., Peleteiro, B., Ginés, R., Grau, A., Hernández, M.D., Rodríguez, C., Martínez, I., Aguirre, E.
TÍTULO: Consumers' beliefs about farmed and wild sea fish.
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
CONGRESO: 9th Pangborn Sensory Science Symposium
PUBLICACIÓN: Libro de resúmenes
LUGAR DE CELEBRACIÓN: Toronto, Canadá
AÑO: 2011

AUTORES: Hernández, A., García-García, B., Fontanillas, R., Hernández, M.D.
TÍTULO: Influencia de la inclusión de aceites vegetales en la dieta sobre el rendimiento en el engorde de la dorada (*Sparus aurata*).
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
CONGRESO: XIII Congreso Nacional de Acuicultura.
PUBLICACIÓN: Libro de resúmenes
LUGAR DE CELEBRACIÓN: Barcelona (España)
AÑO: 2011

AUTORES: Álvarez, A., García-García, B., Fontanillas, R., Hernández, M.D.
TÍTULO: Influencia de la inclusión de aceites vegetales en la dieta sobre la calidad de la dorada (*Sparus aurata*).
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster
CONGRESO: XIII Congreso Nacional de Acuicultura.
PUBLICACIÓN: Libro de resúmenes
LUGAR DE CELEBRACIÓN: Barcelona (España)
AÑO: 2011

AUTORES: Álvarez, A., García-García, B., Fontanillas, R., Hernández, M.D.
TÍTULO: Efecto de la inclusión de aceites vegetales en la dieta sobre el almacenamiento en hielo de la dorada (*Sparus aurata*).
TIPO DE PARTICIPACIÓN: Oral
CONGRESO: XIII Congreso Nacional de Acuicultura.
PUBLICACIÓN: Libro de resúmenes
LUGAR DE CELEBRACIÓN: Barcelona (España)
AÑO: 2011

AUTORES: Cánovas-Hernández, V., Lucas-Sánchez, A., Almada-Pagán, P.F., Fontanillas, R., Hernández, A., Hernández, M.D., de Costa, J., Mendiola, P.

TÍTULO: Efecto de la sustitución del aceite de pescado por aceites vegetales en la dieta de la dorada (*Sparus aurata*) sobre marcadores del estrés oxidativo.

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

CONGRESO: XIII Congreso Nacional de Acuicultura.

PUBLICACIÓN: Libro de resúmenes

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Barcelona (España)

AÑO: 2011

AUTORES: Claret, A., Guerrero, L., Grau, A., Martínez, I., Rincón, L., Aguirre, E., Hernández, M.D., Peleteiro, J.B., Rodríguez-Rodríguez, C.

TÍTULO: Conocimiento objetivo y subjetivo de los consumidores españoles sobre el pescado

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Póster

CONGRESO: XIII Congreso Nacional de Acuicultura.

PUBLICACIÓN: Libro de resúmenes

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Barcelona (España)

AÑO: 2011

AUTORES: Guerrero, L., Claret, A., Hernández, M.D., Aguirre, E., Ginés, R., Pérez, E., Grau, A., Carrasco, J.F., Fernández, C.

TÍTULO: Relación entre el sesgo optimista de los consumidores españoles y su consumo de pescado.

TIPO DE PARTICIPACIÓN:

CONGRESO: XIII Congreso Nacional de Acuicultura.

PUBLICACIÓN: Libro de resúmenes

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Barcelona (España)

AÑO: 2011

CHARLA-COLOQUIO

Pescado de crianza

i sí, gracias!



8 de marzo de 2012, a las 19.00 h.
Hotel Escuela Santa Brígida

ORGANIZADO POR:



COLABORA:



Pescado de crianza

i sí, gracias!



Programa

- **Obtención del pescado de crianza.** Tito Peleteiro.
Instituto Español de Oceanografía – Centro Oceanográfico de Vigo.
- **Valor nutritivo del pescado de crianza.** Rafael Ginés.
Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria – Instituto Canario de Ciencias Marinas.
- **Propiedades sensoriales del pescado de crianza.** María Dolores Hernández.
Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.
- **Percepción subjetiva y objetiva del pescado de crianza por los consumidores españoles.** Anna Claret.
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries.
- **Mesa redonda – Conclusiones**

A la finalización de la mesa redonda se ofrecerá una degustación de pescado de crianza.

Entrada libre

Se ruega confirmación de asistencia
en rgines@dpat.ulpgc.es



INFORME FINAL EXTENSO

1.- DATOS ADMINISTRATIVOS

TITULO: *CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL PESCADO DE CRIANZA*

FECHAS DE REALIZACIÓN: 01/01/2008 a 30/06/2012

DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO

Nombre y Apellidos: Rafael Ginés Ruiz
Organismo/ Centro: Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria / Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Teléfono: 928454361
Fax: 928451142
Correo electrónico: rgines@dpat.ulpgc.es
Dirección postal completa: Trasmontaña, s/n. 35413 Arucas

PARTICIPANTES por cada Comunidad Autónoma

ANDALUCÍA

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: Público
Nombre: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente
CIF: S 4111001F
Nombre Representante Legal: Luis Planas Puchades

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Apellidos: Aguirre Urigoitia
Nombre: Enaitz
Organismo: Otros

Apellidos: Macías Rivero
Nombre: José Carlos
Organismo: Otros

Apellidos: Agraso Martínez
Nombre: María del Mar
Organismo: Otros

Apellidos: Pereiro Buenaventura
Nombre: Eva

Organismo: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Centro: Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía.

Departamento: Recursos Pesqueros y Acuícolas

Equipo: Unidad Técnica de Acuicultura

Teléfono: 956034452

Correo electrónico: eva.pereiro@juntadeandalucia.es

Apellidos: Fernández Lora

Nombre: Marina

Organismo: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Centro: Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía.

Departamento: Recursos Pesqueros y Acuícolas

Equipo: Unidad Técnica de Acuicultura

Teléfono: 671563503

Correo electrónico: marina.fernandez.lora@juntadeandalucia.es

Dirección Postal: Plaza de la Constitución nº 3. CP 11007. Cádiz

Apellidos: Ravelo Sánchez

Nombre: Israel

Organismo: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Centro: Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía.

Apellidos: Gallé Cejudo

Nombre: Jesús Pascual

Organismo: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Centro: Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía.

ASTURIAS

Apellidos: Rodríguez Rodríguez

Nombre: Carmen

Organismo: Consejería de Medio Rural y Pesca. Dirección General de Pesca

Centro: Centro de Experimentación Pesquera

Departamento: Acuicultura

Teléfono: 985 635 020

Fax.: 985 635 020

Correo electrónico: menchurr@princast.es

Dirección postal: El Muelle 33760 Castropol.Asturias

BALEARES

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: PUBLICO
Nombre: LABORATORIO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y ACUICULTURA
CIF: S-0711001H
Nombre Representante Legal: MARGARET MERCADAL CAMPS

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Apellidos: GRAU JOFRE
Nombre: AMALIA
Organismo: DIRECCION GENERAL DE MEDIO RURAL Y MARINO
Centro: LABORAOTRIO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y ACUICULTURA
Departamento:
Equipo:
Teléfono: 971672335
Fax.:971674240
Correo electrónico: amaliagrau@dgpesca.caib.es
Dirección Postal: AV. ING. GABRIEL ROCA, 69.07157-PORT D'ANDRATX (MALLORCA)

CANTABRIA

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: OPI
Nombre: INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO)
CIF: Q-2823001-I
Nombre Representante Legal: Eduardo Balguerías Guerra

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Apellidos: Martínez Tapia
Nombre: Inmaculada
Organismo: IEO
Centro: Oceanográfico de Santander
Departamento: Acuicultura
Equipo: Acuicultura-Bocal
Teléfono: +34942321513
Fax.: +34942323486
Correo electrónico: concha.martinez@st.ieo.es
Dirección Postal: Apartado 240 39080-Santander (Cantabria)

Apellidos: Fernández Pato
Nombre: Carlos A.
Organismo: IEO
Centro: Oceanográfico de Santander
Departamento: Acuicultura
Equipo: Acuicultura-Bocal
Teléfono: +34942321513
Fax.: +34942323486
Correo electrónico: carlos.fernandez@st.ieo.es
Dirección Postal: Apartado 240 39080-Santander (Cantabria)

CATALUÑA

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: OPI
Nombre: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària
CIF: Q-5855049B
Nombre Representante Legal: Agustí Fonts Cavestany

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Apellidos: Guerrero Asorey
Nombre: Luis
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Tecnología Alimentaria
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: lluis.guerrero@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

Apellidos: García Regueiro
Nombre: José Antonio
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Funcionalidad y Nutrición
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: joseantonio.garcia@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

Apellidos: Claret Coma
Nombre: Anna
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Tecnología Alimentaria
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: anna.claret@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

Apellidos: Guàrdia Gasull
Nombre: M^a Dolors
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Tecnología Alimentaria
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: dolors.guardia@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

Apellidos: Gratacós Cubarsí
Nombre: Marta
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Funcionalidad y Nutrición
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: marta.gratacos@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

Apellidos: Sárraga Escolano
Nombre: Carmen
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Funcionalidad y Nutrición
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: carmen.sarraga@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

Apellidos: Valero Pamplona
Nombre: Ángel
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Funcionalidad y Nutrición
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: angel.valero@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

Apellidos: Díaz López
Nombre: Isabel
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Funcionalidad y Nutrición
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: isabel.diaz@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

Apellidos: Hortós Bahí
Nombre: Maria
Organismo: IRTA
Centro: Tecnología de los Alimentos
Departamento: Funcionalidad y Nutrición
Equipo:
Teléfono: 972630052
Fax.: 972630373
Correo electrónico: maria.hortos@irta.cat
Dirección Postal: Finca Camps i Armet s/n, 17121 Monells (Girona)

GALICIA

Apellidos: Peleteiro Alonso
Nombre: José Benito
Organismo: Instituto Español de Oceanografía (IEO)
Centro: Centro Oceanográfico de Vigo
Departamento: Cultivos Marinos
Equipo:
Teléfono: 986 462929
Fax.: 986 498626
Correo electrónico: mercedes.olmedo@vi.ieo.es
Dirección postal: Cabo Estay/Canido, Apartado 1552, 36280 Vigo.
Pontevedra.

MURCIA

Apellidos: Hernández Llorente

Nombre: María Dolores

Organismo: Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia.

Centro: IMIDA

Departamento: Ganadería y Acuicultura

Equipo: Acuicultura

Teléfono: 968184518

Fax.: 968184518

Correo electrónico: mdolores.hernandez6@carm.es

Dirección postal: Apdo. 65. Puerto de San Pedro del Pinatar. 30740 San Pedro del Pinatar. Murcia.

2.- RESULTADOS TECNICOS DEL PLAN NACIONAL

2.1. OBJETIVOS INICIALES

1. Establecer los criterios que definan la calidad del pescado de crianza. Evaluar la percepción que tienen los consumidores de la calidad del pescado en general y del pescado de crianza en particular.
2. Estimar el valor nutritivo y atributos sensoriales del pescado de crianza y compararlo con el que aportan las mismas especies procedentes de la pesca extractiva.
3. Evaluar los cambios en el valor nutritivo y en los atributos sensoriales del pescado de crianza al utilizar harinas y/o aceites vegetales en los piensos.
4. Describir la evolución del deterioro tras el sacrificio del pescado de crianza durante el almacenamiento en hielo hasta su consumo.
5. Determinar los niveles de contaminantes del pescado de crianza y de las mismas especies de pesca extractiva.
6. Estudiar posibles cambios en la presentación comercial, evaluando su aceptación y las alteraciones durante su conservación hasta llegar al consumidor.

2.2. OBJETIVOS REALIZADOS

Los planteados inicialmente.

2.3. METODOLOGÍA

Objetivo 1

PERCEPCIÓN DE CALIDAD

Esta actividad se organizó en dos etapas complementarias. En la primera etapa (etapa cualitativa) se realizaron varios grupos de discusión. A partir de los resultados obtenidos se diseñó la etapa cuantitativa. Esta incluyó un cuestionario elaborado con la finalidad de valorar cuantitativamente los resultados obtenidos en la etapa anterior, entre otros aspectos, y un análisis conjunto.

Etapa cualitativa

El objetivo de esta etapa fue determinar los principales factores que influyen en el consumo de pescado por los consumidores españoles así como sus principales motivos/ventajas y barreras/inconvenientes. Para ello se realizaron nueve grupos de discusión, uno en cada Comunidad Autónoma participante en el proyecto (Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Cataluña, Galicia y Murcia) y también en la Comunidad de Madrid como referencia del mercado interior. Todos ellos fueron dirigidos por un mismo moderador experto en este tipo de técnicas y se realizaron siguiendo una guía consensuada entre las ocho CCAA. Los puntos principales abordados en los grupos de discusión fueron los siguientes:

- a) Consumo de pescado en general: frecuencia, hábitos, evolución del consumo con la edad.
- b) Motivos/ventajas y barreras/inconvenientes asociados al consumo de pescado.
- c) Valoración comparativa del pescado de crianza frente al pescado salvaje.

El número de participantes en cada grupo de discusión fue de entre 6 y 12, los cuales fueron reclutados según datos sociodemográficos (paridad de géneros y edad comprendida entre 20 y 75 años) y de consumo de pescado (se seleccionaron consumidores y no consumidores de pescado con el objetivo de enriquecer la discusión). La duración de los grupos de discusión fue de 1,5-2h. A partir de los resultados obtenidos en los grupos de discusión se diseñó la etapa cuantitativa. Las ventajas y los inconvenientes obtenidos en las listas que se proporcionaron a los participantes durante los grupos de discusión se agruparon en 12 y 9 categorías respectivamente. Se calculó la frecuencia relativa con la que se citaron estas categorías y se llevó a cabo un análisis de correspondencias simple mediante el paquete estadístico XLSTAT (Adinsoft, Francia). El resto de datos se analizaron mediante triangulación (informes cualitativos independientes realizados por tres investigadores diferentes).

Etapa cuantitativa

En esta etapa se realizaron nueve estudios de consumidores, uno en cada una de las CCAA muestreadas en la etapa cualitativa. En cada una de ellas se seleccionó una muestra de aproximadamente 100 consumidores (mínimo 25% hombres). Estos debían tener entre 18 y 70 años, estar involucrados en la compra de los alimentos para su hogar y ser consumidores habituales de pescado. La etapa cuantitativa constó de dos partes independientes.

Cuestionario cuantitativo

A partir de una extensa revisión bibliográfica y de las ideas y creencias obtenidas en la primera etapa se diseñó un cuestionario para valorarlas de forma cuantitativa. En el cuestionario se valoraron varios aspectos relacionados con el comportamiento de los consumidores en el consumo de pescado como creencias comparativas entre el pescado salvaje y de crianza, conocimiento objetivo y subjetivo sobre pescado, confianza en las fuentes de información y lectura de la información sobre pescado en el momento de la compra. La valoración de todos estos aspectos se efectuó mediante modelos previamente publicados o validados.

1. Creencias comparativas entre el pescado salvaje y de crianza

Los participantes en el estudio completaron un cuestionario en el que se presentaban 20 creencias sobre el pescado salvaje en comparación con el pescado de crianza (Tabla 1) identificadas en los grupos de discusión. Estos debían cuantificar las creencias mediante una escala de Likert de 7 puntos desde “Totalmente en desacuerdo” hasta “Totalmente de acuerdo”.

Tabla 1. Ítems incluidos en la valoración de las creencias comparativas entre pescado salvaje y pescado de crianza

| |
|---|
| El pescado salvaje tiene mayor calidad que el de piscifactoría |
| El pescado de piscifactoría es más firme que el salvaje |
| El pescado salvaje tiene más sabor que el de piscifactoría |
| El pescado de piscifactoría es más caro que el salvaje |
| El pescado salvaje es más fresco que el de piscifactoría |
| El pescado de piscifactoría está más controlado que el salvaje |
| El pescado salvaje es más graso que el de piscifactoría |
| El pescado salvaje es más seguro que el de piscifactoría |
| El pescado salvaje es más nutritivo que el de piscifactoría |
| El pescado salvaje ofrece más garantías que el de piscifactoría |
| El pescado salvaje es más fácil de conseguir que el de piscifactoría |
| El pescado de piscifactoría está más manipulado que el salvaje |
| El pescado salvaje contiene más antibióticos que el de piscifactoría |
| El pescado de piscifactoría está más afectado por los parásitos (anisakis) que el salvaje |
| El pescado de piscifactoría contiene más hormonas que el salvaje |
| El pescado salvaje tiene una alimentación más sana que el de piscifactoría |
| El pescado salvaje es más artificial que el de piscifactoría |
| El pescado de piscifactoría contiene más metales pesados que el salvaje |
| El pescado de piscifactoría es más saludable que el salvaje |
| El pescado salvaje está más afectado por la contaminación marítima (vertidos) que el de piscifactoría |

El análisis estadístico de la información obtenida se realizó mediante técnicas de análisis descriptivo, análisis de la varianza y análisis de conglomerados.

2. Conocimiento objetivo y subjetivo sobre pescado

El conocimiento objetivo y subjetivo sobre el pescado en general se valoró mediante las escalas propuestas por Pieniak et al. (2007). Concretamente, el conocimiento objetivo se valoró mediante 5 ítems en los que los participantes debían indicar si las afirmaciones mostradas eran ciertas, falsas o si desconocían la respuesta (Tabla 2).

Tabla 2. Ítems utilizados en la valoración del conocimiento objetivo de los consumidores sobre pescado

| Conocimiento objetivo |
|---|
| CO1. Más de la mitad del pescado que se vende procede de la acuicultura |
| CO2. El pescado es una fuente de ácidos grasos omega 3 |
| CO3. El bacalao es un pescado graso |
| CO4. El pescado es una fuente de fibra |
| CO5. El salmón es un pescado graso |

El conocimiento subjetivo se cuantificó mediante 4 ítems valorados en una escala de Likert de 7 puntos desde “Totalmente en desacuerdo” hasta “Totalmente de acuerdo” (Tabla 3).

Tabla 3. Ítems utilizados en la valoración del conocimiento subjetivo de los consumidores sobre pescado

| Conocimiento subjetivo |
|--|
| CO1.Considero que entiendo más de pescado que la media de la población |
| CO2.Pienso que sé más de pescado que mis amigos |
| CO3.Conozco muchas maneras de preparar/cocinar el pescado |
| CO4.Sé muy bien como evaluar la calidad del pescado |

El análisis estadístico de la información obtenida se realizó mediante análisis de la varianza y análisis factorial de correspondencias simple.

3. Confianza en las fuentes de información

Los participantes en el estudio debían expresar el grado de confianza que les ofrecían las 12 fuentes de información sobre pescado que se presentan en la Tabla 4 mediante una escala de Likert de siete puntos desde “Desconfío plenamente” hasta “Confío plenamente”.

Tabla 4. Ítems utilizados en la valoración de la confianza en las fuentes de información

| Indique la confianza que le proporcionan las siguientes fuentes de información sobre pescado: |
|--|
| Familia y amigos |
| La industria |
| El Gobierno |
| Científicos |
| Pescadores |
| Pescaderos |
| El médico |
| Los periódicos |
| La radio |
| La televisión |
| Internet |
| La publicidad en general |

El análisis estadístico de la información obtenida se realizó mediante técnicas de análisis descriptivo.

4. Lectura de la información sobre pescado

Para expresar la frecuencia en que tenían en cuenta la información sobre pescado disponible en el momento de la compra (Tabla 5) los participantes debían utilizar una escala de Likert de siete puntos desde “Nunca” hasta “Siempre”.

Tabla 5. Ítems utilizados en la valoración de la lectura de la información

| Indique con qué frecuencia tiene en cuenta la siguiente información a la hora de comprar pescado: |
|---|
| El precio |
| La especie (dorada, sardinas, atún...) |
| El peso |
| La fecha de caducidad |
| La fecha de captura |
| La zona de captura o cría (origen) |
| Si es de pesca extractiva o de piscifactoría (método de obtención) |

El análisis estadístico de la información obtenida se realizó mediante un análisis descriptivo.

Análisis conjunto

Se realizó un análisis conjunto para valorar las preferencias de los consumidores y al mismo tiempo la importancia relativa que tenían para ellos determinados factores de especial relevancia en la decisión de compra de pescado identificados en la etapa cualitativa. La Tabla 6 muestra los factores y los niveles seleccionados dentro de cada uno de ellos.

Tabla 6. Factores y niveles incluidos en el diseño del análisis conjunto

| Factores | Niveles |
|---------------------|-------------------------------|
| Calidad | fresco, congelado |
| Zona de origen | España, Marruecos, Noruega |
| Método de obtención | acuicultura, pesca extractiva |
| Precio | 6 €/kg, 12 €/kg, 18 €/kg |

Se realizó un diseño ortogonal fraccionado para reducir el número de combinaciones de 36 (2x3x2x3) a 9. A partir de las 9 combinaciones obtenidas se prepararon 9 tarjetas (Tabla 7) y se presentan los participantes para que las ordenaran según la probabilidad de compra (1 para la más probable o la que compararían en primera opción y 9 para la menos probable o la que comprarían en última opción).

Tabla 7. Combinaciones obtenidas mediante el diseño ortogonal fraccionado

| Zona de origen | Método de obtención | de Calidad | Precio |
|----------------|---------------------|------------|---------|
| | pesca | | |
| España | extractiva | fresco | 12 €/kg |
| España | acuicultura | congelado | 18 €/kg |
| España | acuicultura | fresco | 6 €/kg |
| | pesca | | |
| Marruecos | extractiva | fresco | 18 €/kg |
| Marruecos | acuicultura | congelado | 12 €/kg |
| Marruecos | acuicultura | fresco | 6 €/kg |
| | pesca | | |
| Noruega | extractiva | congelado | 6 €/kg |
| Noruega | acuicultura | fresco | 18 €/kg |
| Noruega | acuicultura | fresco | 12 €/kg |

Los datos obtenidos se analizaron mediante regresión múltiple realizada con el programa estadístico SAS 9.2 (SAS Institute, USA) y mediante un análisis de conglomerados realizado con XLSTAT (Addinsoft, Francia).

Es de destacar que previamente a la realización de la encuesta y el análisis conjunto con la muestra de consumidores seleccionada se llevaron a cabo pruebas previas con 10 consumidores para valorar la adecuada formulación de las preguntas y su correcta comprensión por parte de los mismos.

ACEPTACIÓN DEL PESCADO DE CRIANZA

Para realizar esta actividad se reclutaron 100 consumidores en las CCAA de Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Galicia y Murcia y 200 en las CCAA de Madrid, País Vasco y Cataluña que debían ser consumidores habituales de pescado (mínimo 1 vez por semana). La captación de los participantes se realizó telefónicamente mediante muestreo probabilístico definido según cuotas de edad (entre 20 y 70 años) y género (50% hombres y 50% mujeres) utilizando un cuestionario filtro especialmente diseñado para esta finalidad.

Las muestras de ambos orígenes utilizadas en el estudio (pescado de pesca extractiva y de crianza) fueron subministradas por las CCAA de Andalucía (lubina), Cantabria (rodaballo), Galicia (besugo) y Murcia (dorada). Cada grupo procedió a descamar, filetear y congelar las muestras según protocolo previamente consensuado. La recogida de muestras, su preparación y envío se programó de tal forma que se redujera al máximo posible el periodo de almacenamiento en hielo para evitar el deterioro que ello conlleva. Veinticuatro horas antes del estudio, las muestras fueron descongeladas a temperatura de

refrigeración. A partir de los dos lomos de cada animal se obtuvieron 10 piezas de tamaño homogéneo (Figura 1).

Cada una de ellas se colocó en envases de aluminio individuales con tapa. Las muestras se codificaron con números de 4 cifras (número aleatorio de 3 cifras + numeración de la zona anatómica (Figura 1)) y se cocinaron en un horno de convección precalentado a 115°C durante 10 minutos. Las muestras se presentaron de forma semi-monádica a los consumidores bloqueando el efecto de la zona anatómica y el orden de presentación.

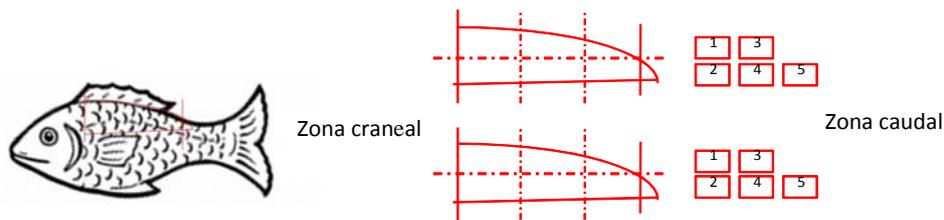


Figura 1. Muestreo de los animales y numeración de cada zona anatómica.

Cada consumidor dispuso de una hoja para evaluar la aceptabilidad de las 8 muestras en una escala lineal de 10 cm de longitud con anclajes en los extremos y en la parte central (0: no me ha gustado nada, 5: ni me gusta ni me disgusta, 10: me ha gustado mucho).

En las CCAA de Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Galicia y Murcia se siguió la metodología descrita anteriormente. Es decir, los 100 consumidores participantes realizaron la degustación de las muestras a ciegas sin disponer de ningún tipo de información. Para evaluar el efecto de la información proporcionada sobre el origen y la especie, en las CCAA de Madrid, País Vasco y Cataluña, los 200 consumidores reclutados se dividieron en dos grupos de 100 consumidores. Un grupo degustó las muestras a ciegas y el otro lo hizo con información (especie y el origen).

Objetivo 2.

ANÁLISIS SENSORIALES

Con esta actividad se ha buscado determinar y cuantificar las posibles diferencias en los atributos sensoriales que definen el producto. Se ha trabajado conjuntamente con tres paneles de evaluadores entrenados (CCAA de Cataluña, Murcia y Canarias), consensuándose los atributos a valorar, las escalas de entrenamiento y la forma de preparación y presentación de las muestras. Además las pruebas se han realizado a la vez en los tres grupos.

Para la elaboración de los perfiles descriptivos de cada una de las especies, la propuesta de posibles descriptores se determinó mediante discusión entre los miembros de cada panel y con posterioridad se consensuaron los resultados de los tres paneles (Tablas 8, 9 y 10).

Las doradas utilizadas han sido suministradas por el grupo de la CA de Murcia, proviniendo las de pesca extractiva del Mar Menor y las de crianza de la empresa Culmarex. Para el caso de las lubinas, organizado por el grupo de Andalucía, se ha contado con animales capturados en la costa gaditana para el grupo de pesca, mientras que las de crianza provenían de la empresa Cupimar. El besugo ha sido suministrado por la CA de Galicia, los individuos de pesca extractiva a partir de las capturas en la zona de las Azores y los de crianza del stock con el que cuenta el IEO de Vigo. Para el rodaballo, aunque inicialmente en la memoria el suministro de individuos salvajes de esta especie iba a correr a cargo del grupo de Cantabria, debido a dificultades para cumplir con este cometido, ha sido asumido por el grupo de Galicia. El origen de los animales ha sido la lonja de Vigo para los provenientes de pesca extractiva (en este caso adquiridos y preparados para su envío por parte del grupo del Centro Oceanográfico de Vigo del IEO), mientras que los de crianza han sido suministrados por la empresa Prodemar (adquiridos y preparados para su envío por parte del grupo del Centro Oceanográfico de Santander del IEO).

En todos los casos, los peces fueron descamados, eviscerados y fileteados. De cada filete se extrajeron tres porciones de la parte dorsal de unos dos centímetros de ancho por 3 de alto, de la zona que se ha comprobado que presenta una mayor homogeneidad en composición. La porción ventral es más rica en grasa además de presentar bastantes espinas y la zona más cercana a la cola suele tener menos grasa. Cada pieza se colocó en un envase de aluminio alimentario con su correspondiente tapa y se cocinó en un horno de convección a 115°C durante 10 minutos, tiempo que se estimó adecuado para la cocción del pescado. Las muestras fueron identificadas con un código con tres dígitos.

Con el rodaballo, al tratarse de un pez plano, se optó por preparar las piezas para las valoraciones únicamente de la cara dorsal. Se apreciaron en el entrenamiento claras diferencias entre las piezas dorsales y las ventrales, éstas últimas especialmente de texturas más firmes, menos jugosas y que requieren un mayor número de masticaciones para poder ser deglutidas. El número de porciones

obtenidas dependió del tamaño del individuo, ya que los provenientes de pesca extractiva fueron algo mayores que los de crianza. Otra diferencia con las otras especies es que para el rodaballo, las piezas (de unos dos centímetros de ancho por 3 de alto) requirieron un menor tiempo de cocinado para lograr el estado óptimo de valoración, en este caso a 115°C pero sólo durante ocho minutos.

Los evaluadores dispusieron de una escala no estructurada de 10 cm con anclajes en los extremos (Tabla 8).

Tabla 8. Perfil descriptivo para la dorada.

Olor

| | |
|------------------------|---|
| Intensidad olor global | ----- |
| | poco mucho |
| Marino | ----- |
| | ausencia muy intenso |
| Aceitoso | ----- |
| | ausencia muy intenso |

Aspecto

| | |
|--------------------|---|
| Color | ----- |
| | poco blanco muy blanco |
| Brillo | ----- |
| | poco brillante muy brillante |
| Exudado | ----- |
| | poco amarillo muy amarillo |
| Integridad miómero | ----- |
| | poco íntegro muy íntegro |

Textura

| | |
|----------------|---|
| Firmeza | ----- |
| | poco firme muy firme |
| Jugosidad | ----- |
| | poco jugoso muy jugoso |
| Masticabilidad | ----- |
| | pocas masticaciones muchas masticaciones |
| Adherencia | ----- |
| | poco adherente muy adherente |
| Carácter graso | ----- |
| | poco graso muy graso |

Sabor

| | |
|-------------------------|---|
| Intensidad sabor global | ----- |
| | poco mucho |
| Marino | ----- |
| | ausencia muy intenso |
| Aceitoso | ----- |
| | ausencia muy intenso |

Gusto residual

| | |
|--------------|---|
| Persistencia | ----- |
| | poco tiempo mucho tiempo |

En referencia a la lubina, el perfil incluyó 15 atributos: tres atributos de olor, cuatro de apariencia, cuatro de sabor y cinco de textura (Tabla 9).

Tabla 9. Perfil descriptivo para la lubina.

| Atributos | Definiciones |
|------------------------|--|
| Olor | |
| Intensidad global | Intensidad del olor, su persistencia |
| Marino | Intensidad de olor a mar, a algas |
| Aceitoso | Intensidad de olor a aceite de pescado |
| Apariencia | |
| Color | Intensidad de color blanco al corte |
| Brillo | Intensidad de luz reflejada al corte |
| Integridad del miómero | Facilidad para disgregar los miómeros musculares |
| Flavor | |
| Intensidad global | Intensidad del flavor, su persistencia |
| Marino | Intensidad de flavor a mar, a algas |
| Aceitoso | Intensidad de flavor a aceite de pescado |
| Gusto residual | Persistencia del flavor tras la deglución |
| Textura | |
| Firmeza | Firmeza de la carne al presionar contra el paladar |
| Jugosidad | Líquido liberado durante la masticación |
| Masticabilidad | Numero de masticaciones necesarias deglutir |
| Adherencia | Grado en que el filete disgregado se adhiere a los dientes |
| Carácter graso | Percepción de una película grasa en la boca |

Por su parte, en la propuesta de perfil para el besugo, el total de atributos considerados fue de 18: tres atributos de olor, tres de apariencia, cinco de flavor y siete de textura. En concreto se apreció un cierto flavor dulce, y en cuanto a la textura una ligera aspereza en la boca así como una diferente disgregación de la pieza tras la masticación, incluyéndose por tanto el atributo de gomosidad. Además se decidió cambiar el olor y flavor marino por olor y flavor a marisco, debido a la peculiar característica que ofrece el besugo a este nivel, algo diferente de lo que aporta la lubina.

Finalmente el perfil del rodaballo incluyó un total de 19 atributos: tres atributos de olor, cuatro de apariencia, seis de flavor y seis de textura (Tabla 10). Ha sido la especie con más atributos, ya que se ha considerado oportuno incluir la textura elástica y el flavor terroso, pero eliminando la textura áspera y la textura gomosa, estas últimas si contempladas en el besugo.

Para la calibración del panel se probaron diversos pescados que pudieran reverenciarse como máximos y mínimos para cada uno de los atributos. Se utilizaron distintos tipos de pescados según disponibilidad en el mercado (fletán, panga, emperador, mújol, salmón, merluza, bacalao, lenguado, atún), de los cuales se seleccionaron los que aparecen en la Tabla 11.

Tabla 10. Perfil descriptivo para el rodaballo.

| Atributos | Definiciones |
|------------------------|--|
| Olor | |
| Intensidad global | Intensidad del olor, su persistencia |
| Marino | Intensidad de olor a mar, a algas |
| Aceitoso | Intensidad de olor a aceite de pescado |
| Apariencia | |
| Color | Intensidad de color blanco al corte |
| Brillo | Intensidad de luz reflejada al corte |
| Integridad del miómero | Facilidad para disgregar los miómeros musculares |
| Exudado | Cantidad de líquido expelido |
| Flavor | |
| Intensidad global | Intensidad del flavor, su persistencia |
| Marino | Intensidad de flavor a mar, a algas |
| Aceitoso | Intensidad de flavor a aceite de pescado |
| Terroso | Intensidad de flavor a tierra, a humus |
| Dulce | Intensidad de flavor dulce |
| Gusto residual | Persistencia del flavor tras la deglución |
| Textura | |
| Firmeza | Firmeza de la carne al presionar contra el paladar |
| Jugosidad | Líquido liberado durante la masticación |
| Elasticidad | Grado de recuperación de la forma del filete tras la presión |
| Masticabilidad | Numero de masticaciones necesarias deglutir |
| Adherencia | Grado en que el filete disgregado se adhiere a los dientes |
| Carácter graso | Percepción de una película grasa en la boca |

Tabla 11. Escalas de referencia para dorada.

| Atributo | Intensidad baja | Dorada | Intensidad alta |
|----------|-----------------|--------|-----------------|
|----------|-----------------|--------|-----------------|

OLOR

| | | | |
|----------------------------|-------|--|-----------|
| Intensidad del olor propio | Panga | | Emperador |
| Olor marino | Panga | | Emperador |
| Olor aceitoso | Panga | | Salmón |

ASPECTO

| | | | |
|--------------------|-----------|--|----------|
| Color | Emperador | | Lenguado |
| Brillo | Salmón | | Merluza |
| Estructura laminar | Salmón | | Merluza |
| Exudado | Panga | | Mújol |

SABOR

| | | | |
|-----------------------------|-------|--|--------|
| Intensidad del sabor propio | Panga | | Salmón |
| Sabor marino | Panga | | |
| Sabor aceitoso | Panga | | Mújol |

GUSTO RESIDUAL

| | | | |
|-----------------------|-------|--|-------|
| Persistencia de sabor | Panga | | Mújol |
|-----------------------|-------|--|-------|

TEXTURA

| | | | |
|----------------|-----------|--|-----------|
| Firmeza | Fletán | | Emperador |
| Jugosidad | Emperador | | Fletán |
| Masticabilidad | Fletán | | Emperador |
| Carácter graso | Fletán | | Salmón |
| Adherencia | Panga | | Mújol |

ANÁLISIS BIOQUÍMICOS

Para cumplimentar esta actividad, desde todas las CCAA excepto Asturias y Baleares, que no comprometieron su participación debido al limitado desarrollo del sector productivo en relación a las especies de trabajo, se obtuvieron las muestras, se prepararon y enviaron a los distintos grupos responsables de las analíticas planteadas: Canarias (macronutrientes y ácidos grasos), Cataluña (aminoácidos, compuestos volátiles y NIR) y Murcia (minerales).

Un total de treinta individuos por especie y origen han sido utilizados. Los pesos medios han oscilado entre los 525 g para el besugo y los 1478 g para el rodaballo, quedando la dorada y lubina en 527 y 856 g respectivamente. En la figura 2 se detallan los orígenes, época del año y sistema de producción en su caso, referidos a cada especie.

| ANDALUCÍA | MURCIA | CANARIAS |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| DORADA ACUICULTURA JAULA | LUBINA CULTIVADA PRIMAVERA | LUBINA CULTIVADA VERANO |
| LUBINA ACUICULTURA JAULA | DORADA CULTIVADA PRIMAVERA | DORADA CULTIVADA VERANO |
| DORADA ESTERO | | |
| LUBINA ESTERO | DORADA OTOÑO CULTIVADA | LUBINA CULTIVADA INVIERNO |
| | DORADA OTOÑO SALVAJE | DORADA CULTIVADA INVIERNO |
| DORADA PESCA EXTRACTIVA | | |
| LUBINA PESCA EXTRACTIVA | | |
| DORADA GRIEGA | | |
| LUBINA GRIEGA | | |
| | | |
| GALICIA | CATALUÑA | SANTANDER |
| BESUGO CULTIVO | LUBINA CULTIVADA | RODABALLO CULTIVADO |
| BESUGO SALVAJE | DORADA CULTIVADA | RODABALLO SALVAJE |
| | | RODABALLO INVIERNO |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Figura 2. Origen, época del año y sistema de producción de las muestras utilizadas.

Se ha establecido un protocolo común para preparación, conservación y envío de muestras. Así, una vez pesados y eviscerados los individuos, se han extraído los dos filetes y se les ha retirado la piel, poniendo especial cuidado en retirar tanto espinas como escamas (Figura 3), ya que podrían alterar los resultados del análisis bioquímico. A continuación, los filetes se han homogeneizado con ayuda de una trituradora teniendo especial cuidado en no calentar la muestra. Tras homogeneizar y separar las alícuotas para su envío a las diferentes CCAA se ha procedido a identificarlas según origen y número de individuos que componen cada una según peso corporal. Se han congelado y conservado a -80°C hasta su remisión utilizando hielo seco (Figura 4).

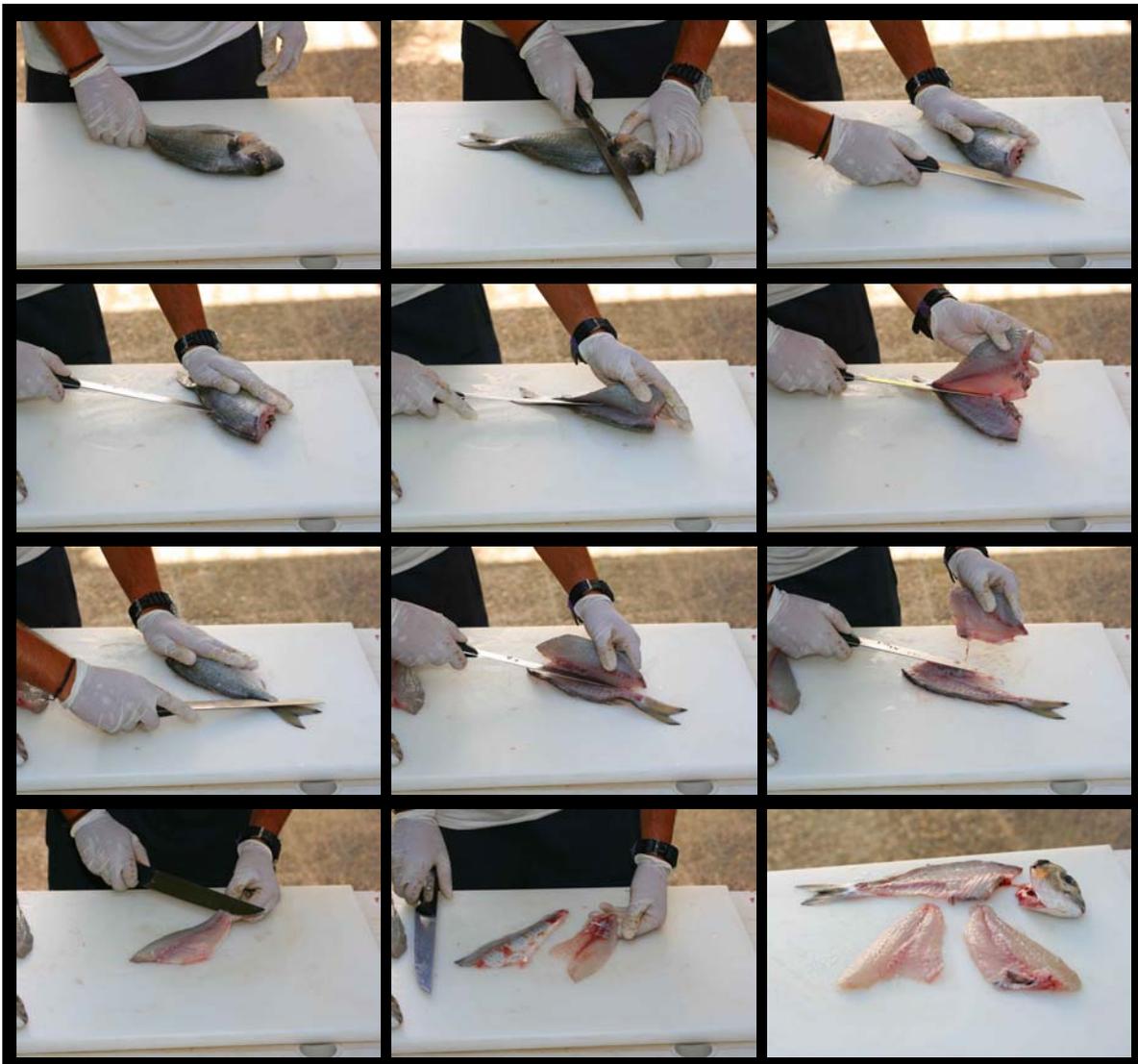


Figura 3. Secuencia de imágenes de la extracción de filetes en dorada.

De forma general y a lo largo del proceso de análisis se ha evitado la contaminación de las muestras, manteniendo especial cuidado con el instrumental y equipo empleado, el cual no debe contener los metales objeto de determinación. En el procesado se han empleado instrumentos cortantes de acero inoxidable de alta calidad, acatando para ello lo establecido en el Anexo (parte C) del Reglamento 333/2007.



Figura 4. Preparación de las muestras.

Los análisis realizados han sido los siguientes:

- Humedad por desecación en estufa a 105°C hasta peso constante (AOAC, 1997; Método n°. 930.15).
- Cenizas mediante incineración en horno Mufla a 450±2°C hasta peso constante (AOAC, 1997; Método n° 942.05).
- Proteínas a partir del nitrógeno total determinado mediante la técnica Kjeldhal (AOAC, 1997; Método n°. 954.01).
- Lípidos totales mediante extracción con cloroformo-metanol (2:1 v/v) (Folch *et al.*, 1957).
- Acidos grasos mediante transesterificación (16 horas a 50°C en atmósfera de nitrógeno) de los lípidos obtenidos, utilizando como catalizador metanol-sulfúrico (Christie, 1982). Una vez extraídos los ésteres metílicos (hexano:dietileter, 1:1 v/v con BHT al 0.01%), son purificados por cromatografía de adsorción (Fox, 1990), e identificados y cuantificados mediante cromatografía de gases utilizando Helio como gas portador.
- Aminoácidos. Se procedió a la digestión de la proteína mediante HCl 6N y posteriormente se analizaron los aminoácidos mediante la formación de derivados cloroformiato con el kit EZ:faast (Phenomenex, inc, www.phenomenex.com). Los derivados obtenidos se determinaron mediante GC-MS.
- Compuestos volátiles. Se realizó mediante SPME y GC/MS. Para determinar las diferencias entre orígenes, se ha realizado sobre muestras cocinadas, con resultados a priori más cercanos a lo que pueda ser la percepción del olor por parte del consumidor.
- Minerales. Se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica tras la incineración de las muestras y la solubilización de los minerales en medio ácido (AOAC, 1997; Método n° 968.08).
- NIRS/NIT. Se ha determinado mediante el método de infrarrojo cercano por transmisión (NIT) la cantidad de proteína, grasa y humedad en filetes de pescado.

Objetivo 3.

EXPERIENCIA REALIZADA EN ANDALUCÍA

El experimento ha tenido una duración 11 meses (abril 2010-marzo 2011), y consistió en utilizar 2 dietas experimentales y una dieta estándar o control en lubinas (Figura 5), llevándolas a talla comercial. Para ello, se contó con 900 ejemplares provenientes de estanques excavados de la empresa de cultivo Cupimar y que se distribuyeron de forma aleatoria en 9 tanques cilindro cónicos (Figura 6) de 10 m³ (n = 100 peces por tanque). Los tanques empleados tenían un circuito semicerrado con una renovación diaria garantizada del 200% del volumen total.



Figura 5. Imagen de los peces.

Diariamente se midieron parámetros como: temperatura (°C), salinidad (ppt), oxígeno disuelto (ppm y %), y tasa de renovación, mientras que una vez por semana se midieron parámetros de amonio (ppm) y nitritos (ppm).



Figura 6. Condiciones de crianza.

En cuanto a las dietas empleadas en la experiencia, estas provenían de la casa comercial de piensos Skretting, la cual además de suministrar un pienso estándar para lubina (Skretting optibass L-6), diseñó 2 nuevas dietas con diferente grado de sustitución de materias primas.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar las dietas, consistió en el diferente grado de sustitución de la harina de pescado. Ésta variaba desde un 20% en el caso de la dieta estándar, a un 7,5 % y 15% en el caso de las dietas A y B respectivamente. No obstante, la formulación se ha realizado manteniendo la misma composición proximal en las tres dietas (Tabla 12).

Tabla 12. Composición pormenorizada de las dietas utilizadas.

| DIETAS | Estandar | A | B |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Tanques empleados | TR 9, 11 y 17 | TR 8, 15 y 12 | TR 10, 16 y 18 |
| <i>Gluten de trigo</i> | 17,00 | 18,18 | 13,84 |
| <i>SPC 60%</i> | 13,00 | 16,00 | 16,00 |
| <i>Gluten de maíz</i> | 6,00 | 15,00 | 12,28 |
| <i>Aceite de pescado</i> | 9,88 | 11,15 | 10,62 |
| <i>Nórdico (ω-3)</i> | | | |
| <i>Trigo</i> | 16,18 | 12,44 | 13,68 |
| <i>HiPro Soja</i> | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| <i>Harina de pescado</i> | 20 | 7,5 | 15,00 |
| <i>Aceite de Colza</i> | 2,47 | 2,5 | 2,5 |
| <i>Fosfato</i> | 0,43 | 2,07 | 1,33 |
| <i>Semillas de Girasol</i> | 3,93 | 4,00 | 4,00 |
| <i>Vit.mix 2/01</i> | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| <i>Min mix 1/04</i> | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| <i>Yttrium premix</i> | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| <i>Composición proximal</i> | | | |
| <i>V MOIST (húmedo)</i> | 8,00 | 7,86 | 7,91 |
| <i>C PROT (proteína)</i> | 45,98 | 45,97 | 45,98 |
| <i>C FAT (grasa)</i> | 17,99 | 17,99 | 17,99 |

Las dietas se repartieron entre los diferentes tanques, intentando eliminar en la mayor medida de lo posible factores externos como intensidad lumínica, temperatura, etc., que pudieran influenciar en los resultados finales. Así pues, se optó por el siguiente esquema de trabajo (Figura 7).

“DISTRIBUCION TANQUES DE LUBINAS, TORUÑO”

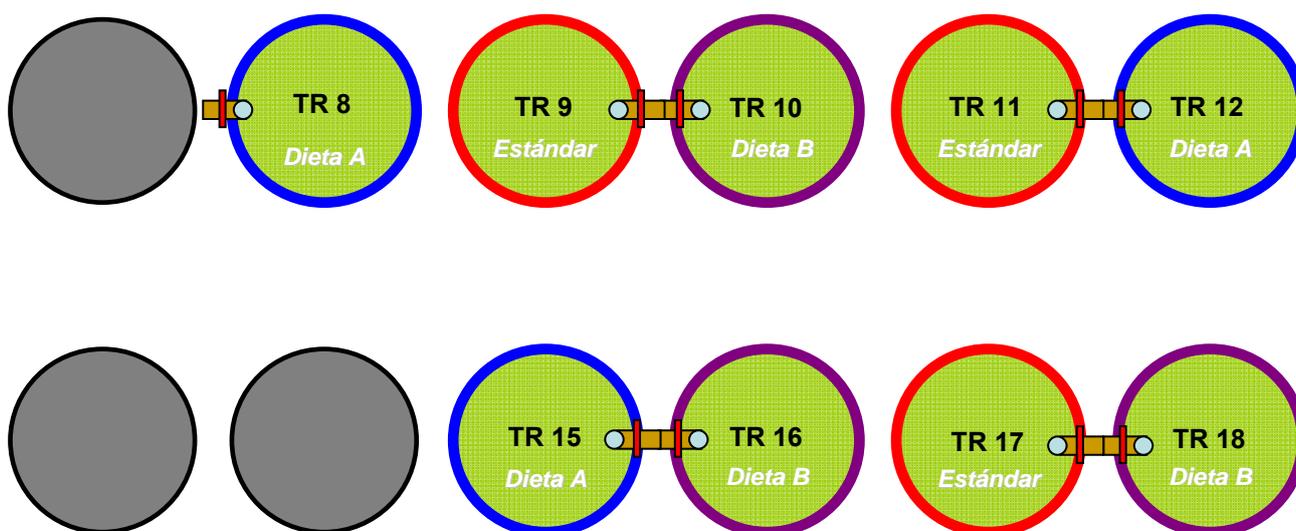


Figura 7. Esquema de la distribución de los tanques y las dietas utilizadas en cada uno de ellos.

En cuanto a las tareas realizadas en el proceso de engorde, éstas siguieron el protocolo de trabajo.

1. Revisión de los tanques y extracción de las posibles bajas.
2. Medición de los parámetros físico-químicos (T^a , Oxígeno Disuelto en % y en mg/l) con sonda multiparamétrica (YSI Professional Plus) y valores de amonio y nitrito.
3. Limpieza de los tanques:
 - Abertura del strainer central del tanque durante unos segundos, a diario.
 - Sifonado diario de los restos de comida y excrementos.
 - Cepillado de los tanques dos veces por semana.
 - Limpieza semanal de elementos tales como difusores y mallas.
4. Medición diaria de los caudales de entrada de agua a los tanques y regulación si es necesario para obtener el número de renovaciones diarias apropiado.
5. Alimentación consistente en una toma al día, en una proporción de un 1 % la primera semana y subiéndola a un 1,5% en las restantes. No obstante, el porcentaje de alimento suministrado varió en función de la temperatura del agua.
6. Tratamiento preventivo. Con intención de prevenir posibles cuadros patológicos se les aplicó un baño de formol una vez al mes, en una dosis de 300 ppm y una duración de 50 minutos. Los baños fueron aplicados con aireación fuerte, controlando con la sonda multiparamétrica el oxígeno disuelto.
7. Anestesia: En el muestreo realizado al comienzo del suministro de las nuevas dietas, hubo que medir uno a uno todos los peces. Para ello fue necesario anestésiar a los ejemplares con fenoxietanol en una concentración de 0,3 ml/l.

Otra de las tareas a realizar a lo largo de la experiencia consistió en la preparación de las muestras procedentes de las lubinas muestreadas. Éstas servirían para efectuar los análisis bioquímicos necesarios permitiendo comprobar las variaciones en ácidos grasos que puedan acaecer consecuencia del uso de piensos alternativos.

El protocolo de trabajo que se siguió para la preparación de las muestras fue el siguiente: Antes de la preparación de las muestras se tomaron medidas de longitud y peso, tanto de los ejemplares como de sus vísceras, con el objeto de caracterizar y diferenciar de forma más exacta las características existentes entre los ejemplares sometidos a las diferentes dietas. Una vez medidos y eviscerados,

se extrajeron los dos filetes y se les quitó la piel, con especial cuidado en no coger espinas, especialmente de la parte de la ventresca, ya que podrían alterar los resultados del análisis bioquímico (Figura 8). A continuación, los filetes se homogeneizaron con ayuda de una trituradora hasta conseguir una masa uniforme. En el proceso se tuvo especial cuidado de no calentar la muestra, pues las propiedades podrían verse alteradas con un aumento de la temperatura.



Figura 8. Preparación de las muestras procedentes de las lubinas muestreadas.

Para la conservación de las muestras se usaron bolsas selladas, las cuales fueron marcadas con ayuda de un rotulador indeleble incluyéndose información como la fecha del muestreo y tanque de cultivo

A lo largo de la experiencia, además de analizar las variables que se detallan a continuación, se realizaron muestreos periódicos de los que se obtuvieron los siguientes índices:

- Tasa absoluta de crecimiento instantáneo o peso ganado diariamente (P_g): $P_g = (P_f - P_i)/t$.
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo (G_p): $G_p = ((\ln P_f - \ln P_i)/t) * 100$.
- Ingesta absoluta (A) o alimento ganado por individuo y día: $A = (P_{\text{ienso}}/t)/N$.
- Ingesta relativa (I) o tanto por ciento de alimento ingerido en función de la biomasa: $I = ((P_{\text{ienso}}/t) * 100) / (N * (P_f + P_i)/2)$.
- Índice de conversión (IC): $IC = P_{\text{ienso}} / (N * (P_f - P_i))$.
- Índice de eficacia alimentaria (IEA): $IEA = (N * (P_f - P_i)) / P_{\text{ienso}}$.

(donde P_i y P_f son el peso en gramos al principio y final de un período de tiempo (t) en días, P_{ienso} es la cantidad de alimento consumido en gramos y N es el número total de individuos del lote experimental)

Al inicio y al final del experimento se sacrificaron 15 ejemplares y de cada uno de ellos se tomaron las siguientes medidas: peso corporal (P), longitud total (Lt), peso de la grasa mesentérica (pgm), peso de la gónada (PG), peso del hígado (PH), peso del digestivo (PD) y peso de la porción comestible (filete) a partir de los cuales se calcularon los siguientes índices:

- Índice de condición (K): $K = (P/L^3) \cdot 100$
- Índice gonadosomático (IGS): $IGS = (PG/P) \cdot 100$
- Índice hepatosomático (IH): $IH = (PH/P) \cdot 100$
- Índice digestosomático (ID): $ID = (PD/P) \cdot 100$
- Porcentaje de grasa mesentérica (PGM): $PGM = (pgm/P) \cdot 100$
- Porcentaje comestible (PC): $PC = (\text{filete}/P) \cdot 100$

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN MURCIA

La experiencia desarrollada en Murcia ha consistido en la sustitución parcial del aceite de pescado por aceites vegetales. Tuvo una duración de 4 meses, desde mayo hasta septiembre, y se han testado dos dietas isoproteicas (45%) e isolipídicas (20%). A una de las dietas, denominada P, ha tenido como fuente lipídica exclusivamente el aceite de pescado, y la otra, denominada V, ha consistido en una mezcla de aceites compuesta en un 20% de aceite de pescado, un 40% de aceite de colza y otro 40% de aceite de soja (Tabla 13).

Estas dos dietas (V y P) se han ido alternando según el esquema (Tabla 14) de modo que obtenemos dos series de animales. En una de las series (lotes 4 a 7), en cada muestreo (aproximadamente cada mes), se ha ido cambiando la dieta que contenía aceites vegetales por la que tenía aceite de pescado. En la otra serie (lotes 11 a 14) se ha ido cambiando la que contenía aceite de pescado por la de aceites vegetales.

Seis de los lotes experimentales se mantuvieron durante todo el periodo de experimentación con la misma dieta (los lotes de 1, 2, y 3 con la dieta con aceites vegetales y los lotes 8, 9, y 10 con la dieta con aceite de pescado). El experimento fue diseñado de modo que, no sólo pudiésemos evaluar los cambios netos por la alimentación con una u otra dieta sino también, la evolución temporal de estos cambios y la dirección de los mismos. Se utilizaron doradas con un peso medio inicial de $197,2 \pm 0,64$ g que fueron trasladadas a las instalaciones del equipo de Acuicultura Marina del IMIDA (San Pedro del Pinatar, Murcia). Los animales fueron distribuidos en 14 tanques tronco cónicos de 450 litros de capacidad con un suministro de agua de mar (salinidad: 37 g/l; NO^{-2} : <0.1 mg/l; NO^{-3} : <0.1 mg/l; NH_3 : <0.5 mg/l and pH: 7.7). Los tanques formaban parte de un sistema de recirculación dotado de filtro biológico, lámpara ultravioleta y bomba de calor para controlar la temperatura del experimento. Los animales fueron mantenidos bajo condiciones de fotoperiodo natural (37°50'N, 0°46'W) a

temperatura constante ($24.1 \pm 1^\circ\text{C}$), y alimentados a saciedad aparente dos veces al día con las dietas experimentales.

Tabla 13. Ingredients ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ diet) and proximate composition analysis of experimental diets (as % of dry matter).

| | FO | VO |
|--|-------|-------|
| <i>Ingredients</i> | | |
| Fish meal | 200.0 | 200.0 |
| Wheat gluten | 164.1 | 164.1 |
| Wheat meal | 156.5 | 156.5 |
| Soya bean concentrate | 150.0 | 150.0 |
| Soya bean extracted | 150.0 | 150.0 |
| Fish oil | 158.4 | 38.4 |
| Rapeseed oil | — | 60.0 |
| Soya oil | — | 60.0 |
| Vitamin-mineral premix | 20.0 | 20.0 |
| <i>Proximate composition</i> | | |
| Dry matter | 93.3 | 92.6 |
| Crude protein | 46.7 | 47.3 |
| Crude fat | 19.8 | 18.8 |
| Ash | 5.4 | 5.5 |
| NFE ⁽¹⁾ | 19.9 | 19.8 |
| Fiber | 1.4 | 1.3 |
| Gross energy ($\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ of feed) | 20.7 | 20.6 |

⁽¹⁾ Nitrogen free extract

Tras el sacrificio, se determinaron distintos parámetros de calidad en el pescado (Perfil de Ácidos Grasos; Color del filete; Capacidad de Retención de Agua (CRA); pH; y Análisis del Perfil de Textura (TPA)) de los grupos experimentales así como un análisis sensorial descriptivo cuantitativo.

Tabla 14. Diseño experimental seguido para alternar las dietas según el lote.

| LOTE | 1º muestreo | 2º muestreo | 3º muestreo | 4º muestreo | 5º muestreo | 6º muestreo |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | V | V | V | V | V | V |
| 2 | V | V | V | V | V | V |
| 3 | V | V | V | V | V | V |
| 4 | V | P | P | P | P | P |
| 5 | V | V | P | P | P | P |
| 6 | V | V | V | P | P | P |
| 7 | V | V | V | V | P | P |
| 8 | P | P | P | P | P | P |
| 9 | P | P | P | P | P | P |
| 10 | P | P | P | P | P | P |
| 11 | P | V | V | V | V | V |
| 12 | P | P | V | V | V | V |
| 13 | P | P | P | V | V | V |
| 14 | P | P | P | P | V | V |

P: Pienso con aceite de pescado; V: Pienso con aceite vegetal

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN GALICIA

Esta actividad se comenzó en octubre del año 2009 debido fundamentalmente al ritmo de crecimiento de esta especie, que necesita dos años como mínimo para alcanzar el tamaño comercial. La actividad se prolongó hasta febrero del año 2011, en que se alcanzó el tamaño comercial.

En función del protocolo establecido en la memoria del proyecto, para cada especie se propone diseñar dietas experimentales con diferentes grados de sustitución de las materias primas de origen animal (aceites y harinas de pescado) por dietas funcionales formuladas a partir de fuentes alternativas, como son aceites y proteínas de origen vegetal.

Para realizar esta actividad, se utilizaron jaulas rectangulares de 4x4m de lado y 8 m de profundidad, propiedad de la Consellería do Medio Rural e Mar (Xunta de Galicia) (Figuras 9-11). Las pruebas se hicieron por triplicado alimentando los peces con dos tipos de pienso: PP y FM, ambos elaborados para este experimento por la empresa Sparos S.A. (Tabla 12).



Figura 9



Figura 10

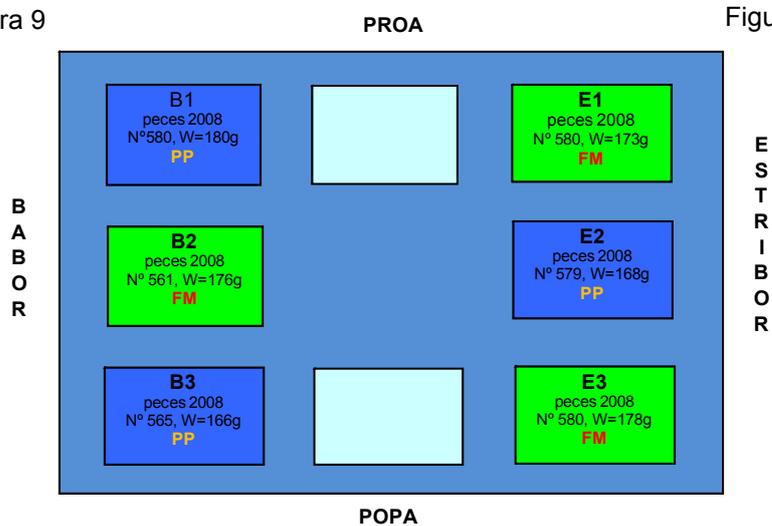


Figura 11

Figuras 9-11. Esquema de la localización y distribución de los módulos en la Jaula de La Consellería do Mar (Xunta de Galicia).

Tabla 15. Fórmulas piensos PP y FM utilizadas en el experimento (Sparos, S.A.).

| <i>Theoretical composition</i> | FM (%) | PP (%) |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| <i>Crude protein</i> | 48,09 | 48,44 |
| <i>Digestible protein</i> | 44,72 | 45,05 |
| <i>Crude fat</i> | 10,92 | 10,84 |
| <i>Fiber</i> | 2,34 | 2,25 |
| <i>Starch</i> | 15,85 | 15,81 |
| <i>Gross Energy (MJ/kg)</i> | 19,59 | 19,77 |
| <i>Arg</i> | 3,13 | 2,70 |
| <i>His</i> | 1,28 | 1,12 |
| <i>Ile</i> | 2,09 | 1,91 |
| <i>Leu</i> | 3,74 | 3,77 |
| <i>Lys</i> | 3,16 | 3,00 |
| <i>Thr</i> | 1,92 | 1,68 |
| <i>Trp</i> | 0,52 | 0,47 |
| <i>Val</i> | 2,45 | 2,30 |
| <i>Met + Cys</i> | 1,76 | 1,88 |
| <i>Phe + Tyr</i> | 3,89 | 3,84 |
| <i>Avail Phosphorus</i> | 1,29 | 1,03 |

Se partió de un lote de peces nacidos en el 2008 en el Centro Oceanográfico de Vigo (IEO), procedentes de las puestas del stock de reproductores, de $136,08 \pm 7.96$ g de peso medio y 16.06 ± 0.17 de talla media. Se distribuyeron en seis lotes de 600 peces cada uno. Ambas dietas fueron isoprotéicas e isoenergéticas y se formularon con una relación 49/10 de proteína/grasa; para la dieta FM con proteína de origen animal/aceite de pescado y para la dieta PP con una sustitución del 53 % de la proteína de origen animal por vegetal y la misma proporción de grasa.

Se realizaron muestreos biométricos mensuales (Figura 12) y se calcularon:

- Tasa absoluta de crecimiento instantáneo o peso ganado diariamente (Pg):
 $Pg = (Pf - Pi) / t$
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo (Gp): $Gp = ((\ln Pf - \ln Pi) / t) * 100$

donde Pi y Pf son el peso en gramos al principio y final de un período de tiempo (t) en días, Pienso es la cantidad de alimento consumido en gramos y N es el número total de individuos del lote experimental. El resto de los índices, tales como el índice de conversión e índice de eficacia alimentaria, no se calcularon debido a la dificultad de realizar el cálculo exacto de consumo de pienso en jaulas.



Figura 12. Muestreos mensuales.

Al inicio y al final del experimento se extrajo una muestra de 10-15 ejemplares, y de cada uno de ellos se midieron los siguientes parámetros: peso corporal (P), longitud total (L_t), longitud estándar (L_s), longitud cefálica (L_c), peso de la grasa mesentérica (pgm), peso de la gónada (PG), peso del hígado (PH), peso del digestivo (PD) y peso de la porción comestible (filete) a partir de los cuales se calcularán los siguientes índices.

- Índice de condición (K): $K = (P / L^3) * 100$
- Índice gonadosomático (IGS): $IGS = (PG / P) * 100$
- Índice hepatosomático (IH): $IH = (PH / P) * 100$
- Índice digestosomático (ID): $ID = (PD / P) * 100$
- Porcentaje de grasa mesentérica (PGM): $PGM = (pgm / P) * 100$
- Porcentaje comestible (PC): $PC = (\text{filete} / P) * 100$

Además del propio control del crecimiento a través de muestreos periódicos, cada 2 meses se sacrificaron una muestra de peces y se estudió la evolución en los perfiles de ácidos grasos a lo largo del tiempo que duró el experimento.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN CANTABRIA

Se dispuso de 18 tanques subcuadrados fabricados en PRFV, con capacidad de 2m³ cada uno. Todos ellos dotados con renovación de agua y sistema de aireación y oxigenación. Se constituyeron seis grupos experimentales, cada uno de ellos formado por 360 individuos repartidos aleatoriamente a razón de 120 ejemplares por tanque, es decir un triplicado por tratamiento (Tabla 16). Las condiciones experimentales se mantuvieron iguales para todos los tanques, con renovaciones de agua de 7 veces/día y el oxígeno se mantuvo entre 85 – 90 % de saturación. La salinidad mostró valores medios de 34-35g/l.

| Grupo` | Tanque |
|--------|--------------|
| A | 1 – 2 – 3 |
| B | 4 - 5 – 6 |
| C | 7 – 8 – 9 |
| D | 10 – 11 – 12 |
| E | 13 – 14 - 15 |
| F | 16 – 17 – 18 |

Tabla 16. Grupos experimentales y los tanques que los forman.

Diariamente se registran los parámetros ambientales; temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, caudal de renovación del agua de cada tanque, etc. La alimentación se realiza con piensos semi-húmedos, formulados a base de harina y aceite vegetal (de soja y linaza y/o aceite de hígado de bacalao en diferentes porcentajes según el diseño experimental que se expone mas adelante. La frecuencia alimentaria fue de dos veces al día, suministrándose la comida manualmente *ad libitum*. Los tipos de alimento, durante los primeros 21 meses se expone en la Tabla 17.

Al final de este periodo se observaron cambios en el comportamiento alimentario de los individuos, en lo que a la ingesta se refiere, lo que hizo necesario modificar la fórmula del pienso, sustituyendo la mitad de la harina vegetal por harina de pescado.(Tabla 18). Posteriormente, tras un periodo de siete meses, se efectúa un nuevo cambio en la alimentación, por las mismas causas que anteriormente. La modificación afecta en este caso a los ejemplares que constituyen el grupo F. La modificación, en este caso fue la sustitución de los componentes que formaban el pienso hasta entonces por harina y aceite de pescado. (Tabla 19). Para reducir o evitar el consumo de proteína procedente del medio marino, uno de los objetivos ha sido sustituir la proteína animal por la correspondiente de origen vegetal que en este caso

ha sido la de soja como base proteínica, en tanto que para la fracción lipídica se utilizaron aceite de hígado de bacalao y/o aceite de linaza en distintas proporciones, que se especifican en la Tabla 17.

| GRUPO | PASTA DE PESCADO % | HARINA DE SOJA % | HARINA DE PESCADO % | ACEITE DE PESCADO % | ACEITE DE LINAZA % |
|-------|--------------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| A | 50 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| B | 0 | 50 | 0 | 100 | 0 |
| C | 0 | 50 | 0 | 75 | 25 |
| D | 0 | 50 | 0 | 50 | 50 |
| E | 0 | 50 | 0 | 25 | 75 |
| F | 0 | 50 | 0 | 0 | 100 |

Se complementó con la adición en iguales cantidades para todos los grupos de premix vitamínico-mineral.

Tabla 17. Dieta 1.

Esta fórmula se utilizó para la fabricación de los piensos de los diferentes grupos en experimentación, durante los primeros 21 meses de cultivo, el periodo de mayor duración y se pensaba mantener hasta el final del experimento. En la Tabla 17 bis se da la composición analítica de los distintos tratamientos.

| | A | B | C | D | E | F |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Humedad (100°C)% | 43.5 | 37.6 | 35.7 | 39.1 | 39.6 | 38.0 |
| Cenizas totales (550°C)% | 5.7 | 4.9 | 4.9 | 4.8 | 4.6 | 4.8 |
| Grasa Bruta (Hidrólisis ácida)% | 5.3 | 11.8 | 12.7 | 12.5 | 12.4 | 12.1 |
| Proteína (Nx6,25)% | 39.1 | 36.4 | 37.2 | 35.2 | 36.6 | 36.3 |
| Hidratos de Carbono% | 6.4 | 9.4 | 9.5 | 8.4 | 6.7 | 8.8 |
| Energía Kcal/100g | 230 | 289 | 301 | 287 | 286 | 289 |
| Energía Kj/100g | 97 | 1214 | 1264 | 1205 | 1198 | 1213 |

Tabla 17 bis. Composición analítica de los distintos tratamientos.

A los 21 meses de utilizar esta dieta a excepción del grupo A los ejemplares comenzaron a manifestar síntomas de anorexia lo que hizo necesario modificar su composición como figura en la Tabla 18.

| GRUPO | PASTA DE PESCADO% | HARINA DE SOJA % | HARINA DE PESCADO% | ACEITE DE PESCADO% | ACEITE DE LINAZA% |
|-------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| A | 50 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| B2 | 0 | 25 | 25 | 100 | 0 |
| C2 | 0 | 25 | 25 | 75 | 25 |
| D2 | 0 | 25 | 25 | 50 | 50 |
| E2 | 0 | 25 | 25 | 25 | 75 |
| F2 | 0 | 25 | 25 | 0 | 100 |

Se complementó con la adición en iguales cantidades para todos los grupos de premix vitamínico-mineral.

Tabla 18. Dieta 2.

Esta fórmula se utilizó para la fabricación de los piensos de los diferentes grupos en experimentación, durante los siguientes 7 meses, cambiando solamente al grupo F2, por las razones explicadas anteriormente, durante los 9 meses siguientes según la Tabla 19.

| GRUPO | PESCADO | HARINA DE SOJA | HARINA DE PESCADO | ACEITE DE PESCADO | ACEITE DE LINAZA |
|-------|---------|----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| A | 50 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| B2 | 0 | 25 | 25 | 100 | 0 |
| C2 | 0 | 25 | 25 | 75 | 25 |
| D2 | 0 | 25 | 25 | 50 | 50 |
| E2 | 0 | 25 | 25 | 25 | 75 |
| F3 | 0 | 0 | 50 | 100 | 0 |

Se complementó con la adición en iguales cantidades para todos los grupos de premix vitamínico-mineral.

Tabla 19. Dieta 3.

Los piensos semihúmedos fueron fabricados mezclando los componentes en una mezcladora semindustrial de una manera homogénea y añadiendo almidón pregelificado para compactar la misma. Esta pasta se pasó a continuación por una extrusionadora con la placa de salida correspondiente a los diámetros adecuado al tamaño de los peces.

Mensualmente los peces fueron medidos en longitud, al cm, mediante ictiómetro y en peso mediante balanza electrónica a la décima de gramo.

Las proteínas se evaluaron mediante determinación del Nitógeno total según método de Kjendhal y conversión a porcentaje de proteína mediante multiplicación por 6.25. La humedad por determinación gravimétrica de la pérdida por evaporación a 102°C. Las cenizas, por determinación gravimétrica previa incineración en horno a 550°C. Las grasas, mediante extracción de la grasa previa hidrólisis con hexano, eliminación del disolvente en rotavapor, desecación del residuo y determinación gravimétrica. Los carbohidratos, mediante tratamiento previo de la muestra con etanol y reactivos de Carrez, valorándose los azúcares por el método de LUF-Schoorl antes y después de la inversión. Los resultados se expresan en porcentaje de glucosa.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN CANARIAS

En septiembre de 2011, se comenzó la experiencia en las instalaciones del Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), con lubinas cuyo peso medio fue de 540 g. Un total de 394 individuos fueron repartidos en 12 tanques circulares de fibra de vidrio de 1000 l a razón de 32 peces por tanque. Se han testado, en una primera fase hasta diciembre, tres dietas suministradas por la empresa Dibaq (Figura 13).

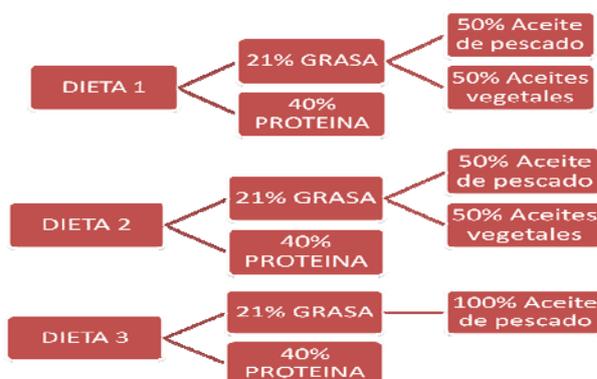


Figura 13. Esquema de las dietas testadas en la primera fase de la experiencia.

La dieta 1 y la dieta 2 son idénticas, y lo que se varió fue la cantidad de pienso suministrado. Así, los peces de los tanques alimentados con la dieta 1 ingirieron la cantidad recomendada en las tablas de alimentación de la empresa suministradora, mientras que los peces de los tanques alimentados con la dieta 2 recibieron un 75% de dicha cantidad. Esto se realizó con el fin de intentar lograr que se desengrase el filete en el final del engorde, ya que las diferencias en atributos sensoriales determinados en la actividad 2 hay que achacarlas fundamentalmente al mayor nivel de grasa que presentan los peces de crianza. A los tanques alimentados con la dieta 3 también se les suministro un 75 % de la cantidad estipulada en las tablas. La cantidad de alimento correspondiente a cada tanque se pesaba y se les administra en dos tomas (una a las 09:00 horas y otra a las 13:00 horas). Tras la segunda toma se recogía el pienso sobrante de los

tanques (si es que hubiera) con el fin de calcular la ingesta real del mismo. Se realizaron distintos muestreos intermedios pesando y midiendo todos los peces de cada tanque. También se sacrificaron 8 peces por dieta para determinar la composición proximal y de ácidos grasos del filete así como la evolución de la grasa mesentérica. Tras esta primera fase de engorde, se realizó un análisis sensorial para determinar posibles diferencias según dieta.

Una vez finalizada esta fase de engorde y tras realizar toda la recogida de muestras y realizar la analítica sensorial, en el mes de Enero de 2012 se comenzó con la segunda fase del experimento con el testaje de otras tres dietas (Figura 14). Se reorganizó el experimento, de forma que los peces restantes de la primera parte se reubicaron en 10 tanques, de los cuales, uno se mantuvo con la dieta 1 (control) y se usaron otros tres tanques para cada nueva dieta. Con un total de 25 peces por tanque. Estas dietas fueron elaboradas en el ICCM y se compraron las materias primas a la empresa Dibaq, (salvo el aceite de krill que se compro a Aker Biomarina de Noruega).

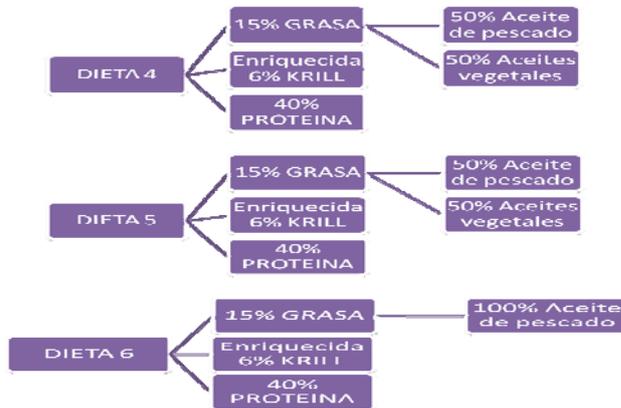


Figura 14. Esquema de las dietas testadas en la segunda fase de la experiencia.

La dieta 4 y la dieta 5 son idénticas solo que se cambió la cantidad de la alimentación, donde a los tanques alimentados con la dieta 4 se les suministró la cantidad estipulada para ello en las tablas de alimentación correspondientes y a los tanques alimentados con la dieta 5 se les suministró un 0,75% de la cantidad marcada en las tablas. Los peces de los tanques alimentados con la dieta 6, rica en aceites de pescado, también ingirieron un 0,75 % de la cantidad estipulada en las tablas

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN BALEARES

Se realizaron 2 experimentos sucesivos: el primero utilizando 2 dietas experimentales y una dieta estándar o control (2011), y en el segundo se introdujo en la composición de estas mismas dietas un porcentaje de krill para que transformarlas en dietas de acabado (2012). Ambos experimentos de engorde se desarrollaron en el polígono de jaulas que el Laboratorio de Investigaciones

Marinas y Acuicultura (LIMIA, Govern de les Illes Balears) tiene en el Port d'Andratx (Mallorca) (Figura 15).



Figura 15. Vista del polígono de jaulas. Puerto de Andratx.

En el caso del primer experimento inicialmente se realizó un engorde estándar de todos los ejemplares usando para ello un pienso de Skretting para dorada. Esta primera fase tuvo una duración de 12 meses (mayo 2010-mayo 2011) y los peces pasaron de pesar 6g de media a pesar 287g. Este engorde convencional tuvo lugar en nuestras instalaciones del Port d'Andratx (Mallorca), en una única jaula flotante de 5.5m de diámetro y 4 m de profundidad (Figura 16). Para ello, se contó con 600 ejemplares provenientes de estanques en tierra de la granja marina "Es Murterar" (Alcudia, Mallorca).



Figura 16. Jaula circular de 5.5 m de diámetro.

Posteriormente, en una segunda fase (mayo 2011), los ejemplares fueron distribuidos aleatoriamente en 3 jaulas flotantes cuadradas de 2x2x2m (n=156 peces por jaula, J4, J5 y J6). El experimento consistió en testar 2 dietas experimentales y la misma dieta control utilizada hasta entonces para el engorde convencional (llamados pienso 1, 2 y 3). Las dietas fueron confeccionadas por la empresa DIBAQ con las mismas condiciones que para la experiencia de Canarias. Este primer experimento se desarrolló hasta noviembre del 2011.

En mayo de 2012 se inició el experimento de suministro de una dieta de acabado con incorporación de Krill a los mismos peces resultantes del experimento anterior (los llamamos pienso 4, 5 y 6). La formulación de las 3 dietas era la misma que en el experimento del 2011, pero con la incorporación de un porcentaje de krill con la finalidad de modificar los atributos sensoriales. Entre ambos experimentos a las doradas sometidas a engorde se les suministró la dieta correspondiente a cada lote, realizándose, también, muestreos mensuales de ajuste de dieta. Los pesos iniciales fueron de J4: 527,23 (n=86); J5: 517,27 (n=89) y J6: 529,5 (n=82). Durante ambos experimentos y durante todo el engorde, diariamente se registraron la temperatura y la turbidimetría del agua de mar en nuestras instalaciones del Port d'Andratx (Mallorca) (Figura 17).



Figura 17. Jaulas cuadradas en el Port d'Andratx.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar las dietas, consistió en el diferente grado de sustitución de la harina de pescado. Ésta variaba desde un 20% en el caso de la dieta estándar, a un 7,5 % y 15% en el caso de las dietas A y B respectivamente. No obstante, la formulación se ha realizado manteniendo la misma composición proximal en las tres dietas. Las dietas se distribuyeron diariamente mediante comederos automáticos de cinta. La ración se calculó en función de la temperatura del agua, usando para ello la tabla de alimentación para dorada de la empresa DIBAQ (Figura 18).


TABLA DE ALIMENTACION



DORADA **DIBAQ ALPHAPLUS** **LUBINA**

| Peso del pez (g) | Kg. de FIENSO / DIA por 100 Kg. de pez | | | | | | | | Peso del pez (g) | Kg. de FIENSO / DIA por 100 Kg. de pez | | | | | | | | |
|------------------|--|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|--|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 15-40 | 40-60 | 60-100 | 100-140 | 140-200 | 200-300 | 300-400 | 400-500 | | > 500 | 15-40 | 40-60 | 60-100 | 100-140 | 140-200 | 200-300 | 300-400 | 400-500 |
| 12 °C | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 12 °C | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 13 °C | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 13 °C | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| 14 °C | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 14 °C | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| 15 °C | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 15 °C | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| 16 °C | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 16 °C | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| 17 °C | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 17 °C | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 0,7 |
| 18 °C | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 18 °C | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 |
| 19 °C | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 19 °C | 2,0 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,9 |
| 20 °C | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 20 °C | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 21 °C | 2,3 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 21 °C | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 22 °C | 2,4 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 22 °C | 2,4 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| 23 °C | 2,6 | 2,3 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 23 °C | 2,6 | 2,3 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |
| 24 °C | 2,7 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 24 °C | 2,6 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |
| 25 °C | 2,8 | 2,5 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 25 °C | 2,6 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |
| 26 °C | 2,9 | 2,6 | 2,3 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 26 °C | 2,6 | 2,3 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,3 |
| 27 °C | 3,0 | 2,7 | 2,4 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 27 °C | 2,5 | 2,3 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 |
| 28 °C | 3,0 | 2,7 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 28 °C | 2,4 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 |
| 29 °C | 2,6 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 29 °C | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| 30 °C | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 30 °C | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 |
| GRANULO | 2 mm | 2mm | 3mm | 4,5 mm | 4,5 mm | 4,5 mm | 4,5 mm | 7 mm | GRANULO | 2 mm | 2mm | 3 mm | 4,5 mm | 4,5 mm | 4,5 mm | 4,5 mm | 4,5 mm | 7 mm |

* Esta tabla muestra la cantidad total diaria de alimento en base a 100Kg. de biomasa. Los datos estan basados en el contenido nutricional de los alimentos. Deben adaptarse a las condiciones particulares de cada explotación.

DIBAQ - ACUICULTURA
 40260 FUENTEPELAYO (Segovia) - ESPAÑA
 Tel: +34-921 57 42 96 - Fax: +34- 921 57 8516

E-mail: dibaq.acuicultura@dibaq.com
 Web: <http://www.dibaq.com>

Figura 18. Tabla de alimentación.

En cuanto a las tareas realizadas en el proceso de engorde, éstas siguieron el siguiente protocolo de trabajo.

- a. Revisión de las jaulas y extracción de las posibles bajas.
- b. Medición diaria de la temperatura del agua de mar y de la turbidimetría.
- c. Revisión de la limpieza de la red y sustitución de la misma en función de la acumulación de fouling y del tamaño de los ejemplares.
- d. Alimentación diaria consistente en la distribución de la ración en un comedero automático de cinta de 12h
- e. Muestreo mensual de parámetros biométricos de 30 ejemplares por jaula (Figura 19)
- f. Muestreo mensual para toma de muestras analíticas, con sacrificio de 10 ejemplares por tratamiento (ver más adelante)
- g. Anestesia: para los muestreos biométricos, los peces fueron anestesiados con fenoxietanol (600ppm) o con esencia de clavo 50-100ppm)



Figura 19. Muestreo mensual.

La toma de muestras destinada a tratamiento analítico tiene como finalidad la determinación, mediante análisis bioquímicos, de las variaciones en ácidos grasos que puedan suceder en las doradas como consecuencia del uso de piensos alternativos.

El protocolo de trabajo que se siguió para la preparación de las muestras fue el siguiente: antes de la preparación de las muestras se tomaron medidas de longitud (standard y total, cefálica) (Figura 20) y peso (total y eviscerado), tanto de los ejemplares como de sus vísceras (peso del hígado, gónada, grasa mesentérica). También se tomó el peso de la carcasa y del filete, con el fin de calcular los diversos rendimientos de cada canal. Estos parámetros biométricos permiten caracterizar los rendimientos de cada pienso y la eficacia del engorde. La toma de muestras tuvo un carácter mensual.

Una porción de 30g de la parte dorsal del filete se congeló a -20°C con el fin de realizar los análisis bioquímicos. Al final del experimento se realizó un único envío de muestras en nieve carbónica (World Courier) al Instituto de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria (ULPGC&ICCM) de Gran Canaria.



Figura 20. Determinación de parámetros biométricos.

A continuación, los filetes se homogeneizaron con ayuda de una trituradora hasta conseguir una masa uniforme. En el proceso se tuvo especial cuidado de no

calentar la muestra, pues las propiedades podrían verse alteradas con un aumento de la temperatura.

Para la conservación de la muestras se usaron bolsas selladas con banda de escritura, las cuales fueron marcadas con lápiz, incluyéndose en el texto la fecha del muestreo, el número de muestra y el pienso testado. Mensualmente, se obtuvieron los siguientes índices:

- Tasa absoluta de crecimiento instantáneo o peso ganado diariamente (Pg):
 $Pg = (Pf - Pi) / t$.
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo (Gp): $Gp = ((\ln Pf - \ln Pi) / t) * 100$.
- Ingesta absoluta (A) o alimento ganado por individuo y día: $A = (Pienso / t) / N$.
- Ingesta relativa (I) o tanto por ciento de alimento ingerido en función de la biomasa: $I = ((Pienso / t) * 100) / (N * (Pf + Pi) / 2)$.
- Índice de conversión (IC): $IC = Pienso / (N * (Pf - Pi))$.
- Índice de eficacia alimentaria (IEA): $IEA = (N * (Pf - Pi)) / Pienso$.

(donde Pi y Pf son el peso en gramos al principio y final de un período de tiempo (t) en días, Pienso es la cantidad de alimento consumido en gramos y N es el número total de individuos del lote experimental)

- Índice de condición (K): $K = (P / L^3) * 100$
- Índice gonadosomático (IGS): $IGS = (PG / P) * 100$
- Índice hepatosomático (IHS): $IH = (PH / P) * 100$
- Índice digestosomático (ID): $ID = (PD / P) * 100$
- Porcentaje de grasa mesentérica (PGM): $PGM = (pgm / P) * 100$
- Porcentaje comestible (PC): $PC = (filete / P) * 100$

Objetivo 4.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN MURCIA

Se utilizaron doradas con un peso inicial de 197.2 ± 14.1 g, las cuales fueron alimentadas hasta alcanzar el tamaño comercial (425.7 ± 42.0 g), con dos dietas: una con aceite de pescado como única fuente de lípidos (dieta P) y otra con un 80% del aceite de pescado sustituido por una mezcla de aceites vegetales (50% aceite de colza y 50% aceite de soja) (dieta V).

Los animales se sacrificaron por hipotermia en una mezcla de agua/hielo (1:3). Para el experimento de almacenamiento se hicieron cuatro grupos de 12 animales cada uno y se almacenaron en una cámara frigorífica a $4 \pm 1^\circ\text{C}$, metidos en cajas de poliestireno provistas con agujeros para el drenaje del agua y cubiertos con escamas de hielo dentro de una bolsa de plástico. El ratio hielo/pescado (1:1) se mantuvo constante durante el experimento.

Los animales fueron almacenados enteros y sin eviscerar en refrigeración con hielo durante 0, 7, 14 y 21 días. En estos puntos de muestreo se realizaron análisis físico-químicos del músculo (Perfil de Ácidos Grasos; Color; Capacidad de Retención de Agua (CRA); pH; Sustancias Reactivas con el Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)), microbiológicos y una evaluación sensorial de frescura para determinar el grado de deterioro del pescado. Se evaluaron un total de once parámetros en una escala continua de puntos deméritos (Tabla 20).

Table 20: Attribute scale for seabream (*Sparus aurata*) sensory evaluation during ice storage.

| Parameter | Defined characteristic | Demerit points |
|-------------------|--|----------------|
| <i>Appearance</i> | | |
| Skin shine | Very shiny | 1 |
| | Waxy shine | 3 |
| | Matte | 5 |
| Skin color | Bright, iridescent pigmentation, white-silver | 1 |
| | Pigmentation in process of discoloration | 3 |
| | Dull pigmentation | 5 |
| Slime | Clear-transparent | 1 |
| | Cloudy | 3 |
| | Milky-yellowish | 5 |
| Surface | Smooth | 1 |
| | Noticeable roughness on the tail, sunken bellies | 3 |
| | Very rough, very sunken bellies | 5 |
| <i>Flesh</i> | | |
| Springiness | Very elastic, mark left when poked | 1 |
| | None, mark left when poked | 5 |
| Firmness | Very hard | 1 |
| | Very soft | 5 |
| <i>Body odor</i> | | |
| | Like fresh fish | 1 |
| | Neutral | 3 |
| | Like spoiled fish | 5 |
| <i>Eyes</i> | | |
| Clarity | Clear-translucent, black and shiny pupil | 1 |
| | Opaque | 3 |
| | Bloodshot opaque | 5 |
| Shape | Convex | 1 |
| | Flat | 3 |
| | Concave | 5 |
| <i>Gills</i> | | |
| Color | Red-pink | 1 |
| | Dark red | 2 |
| | Discoloration, shades of ochre | 3 |
| | Brown | 4 |
| | Brown-greenish | 5 |
| Odor | Fresh | 1 |
| | Neutral | 3 |
| | Like spoiled fish | 5 |

EXPERIENCIAS DESARROLLADAS EN CANARIAS

A partir de los peces obtenidos en las experiencias de engorde de Galicia, Andalucía y Canarias, se ha estudiado la evolución de la vida útil durante la conservación en hielo hasta los 18 días. El pescado entero sin eviscerar, se ha mantenido en cámara de frío, reponiendo el hielo según necesidad (aun siendo bajo el grado de deshielo, las cajas de poliestireno estaban provistas de agujeros para el drenaje del agua).

En el caso del besugo, y de cara a obtener información a comparar con lo que el consumidor puede encontrar en el mercado, se ha incluido en la evaluación del deterioro un lote de besugos de crianza provenientes de una explotación comercial y otro de pesca extractiva.

Las pruebas realizadas han sido las siguientes:

- QIM: valoración sensorial de la frescura mediante determinación de puntos de demérito.
- Color de la piel: mediante un colorímetro de reflectancia MINOLTA CR-200 en tres posiciones, tercio anterior cerca de la cabeza, en la zona central y tercio posterior cerca de la cola, en todos los casos por encima de la línea lateral. Los valores se expresan como luminosidad (L^*), cromatismo (C^*_{ab}) y ángulo Hue (H°_{ab}).
- Color de la carne: una vez separado el filete en la parte que está en contacto con el raquis, siguiendo el mismo protocolo que para la piel.
- Determinación del pH: mediante un pH-metro de varilla única o electrodo que se introduce directamente en la musculatura del pescado tras realizar una incisión a nivel del pedúnculo caudal.
- TBARS: susceptibilidad a la oxidación de los lípidos mediante determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico.
- Determinación de la textura del pez entero y de la carne: se realiza mediante un texturómetro STABLE MICRO SYSTEMS (TA.XT2), determinándose el correspondiente Texture Profile Analysis (TPA). En el pez entero la determinación se ha realizado a nivel de la línea lateral dos centímetros por detrás del opérculo. Para la preparación de la muestra de carne se toma un filete por individuo, al que tras retirar la piel, se divide en tres piezas cuadradas (3 x 3 cm) mantenidas en frío hasta el análisis. El otro filete se utiliza para la muestra cocinada.

Objetivo 5.

A partir de las alícuotas preparadas en el protocolo detallado para los análisis bioquímicos del objetivo 2, se determinaron los contaminantes según CA. Así en Andalucía se analizaron los contenidos en metales pesados y pesticidas, mientras que en Murcia fueron los PCBs. Aunque así se planteó en la memoria para la obtención del proyecto, en Murcia también analizaron plaguicidas organoclorados (hexaclorobenceno (HCB) y DDTs) en las muestras que no se realizaron en Andalucía (todas las de crianza de época del año y zona geográfica no coincidente con las muestras salvajes de cada especie).

Los análisis de metales pesados y organohalogenados realizados por el grupo de Andalucía han sido realizados siguiendo los procedimientos internos del laboratorio de la Junta “Agua del Pino”, acreditados por ENAC bajo la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 y la norma UNE-EN 1528.

Por el grupo de Murcia, los PCBs analizados fueron el 28, 52, 101, 77, 105, 138, 118, 153, 126, 156, 180, y 169, mientras que los plaguicidas organoclorados analizados fueron hexaclorobenceno (HCB) y DDTs. En todos los casos se ha seguido el método de Bordet et al. (2002). La muestra purificada mediante extracción en fase sólida (SPE) con C₁₈ y florisil se analizó mediante cromatografía de gases con detector de captura de electrones (ECD). La confirmación se llevó a cabo mediante cromatografía de gases con detector espectrómetro de masas (MSD).

Objetivo 6.

EXPERIENCIAS REALIZADAS EN MURCIA

Envasado en atmósfera modificada (40% CO₂, 30% N₂, 30% O₂), aire y vacío

Los filetes de dorada frescos fueron obtenidos en la empresa Culmarex situada en Águilas (Murcia). Los peces fileteados fueron introducidos en bolsas y colocados en cajas con hielo para su transporte hasta el Laboratorio del Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Murcia. Se estudiaron 3 condiciones de envasado: aerobiosis, atmósfera modificada y vacío. Los filetes control (C) fueron envasados en condiciones de Aerobiosis, en bandejas de plástico recubiertas con un film permeable al oxígeno (650 cm³ m⁻² h⁻¹ en 23 h). Los filetes envasados en atmósfera modificada (AM) fueron colocados en bandejas de plástico e introducidas en bolsa transparente inyectándoseles una mezcla de gases compuestos por 40% CO₂, 30% N₂, 30% O₂. Las muestras a vacío (V) fueron envasadas en envasadora donde se les eliminó todo el oxígeno. Todas las muestras fueron refrigeradas a (3± 1°C), almacenadas en vitrina expositora iluminada con luz fluorescente (620 lux), simulando condiciones habituales de comercialización. Se realizaron controles de cada lote los días 0, 4, 7, 11 y 14 de almacenamiento.

Cada día de estudio se tomaron 4 peces por tipo de envasado, es decir, 12 peces en cada punto de control. De los dos filetes de cada pez uno era destinado al análisis sensorial y al análisis físico químico (Color, CRA, pH, NBVT, TBARs, TMA, Cenizas, Humedad, Grasa y Proteína) y el otro filete para análisis microbiológico.

El objetivo general del presente trabajo fue estudiar el efecto del envasado (vacío y atmósfera modificada) sobre la calidad y vida útil de filetes de dorada (*Sparus Aurata*) almacenados durante 14 días a 3° C en vitrinas expositoras. Se evaluó la calidad microbiológica, el deterioro físico-químico y los cambios sensoriales experimentados por los filetes de dorada durante el almacenamiento en refrigeración.

Para el análisis microbiológico, se determinaron los recuentos de Aerobios mesófilos y Psicrófilos mediante la técnica de siembra en profundidad en PCA (recuento en placa agar). Las placas fueron incubadas 48 horas a 37 °C para Aerobios mesófilos y 7 días a 4° C para Psicrófilos. Todas las placas se realizaron por duplicado. Los resultados fueron expresados como logaritmos del número de unidades formadoras de colonia por gramo ($\log \text{CFU g}^{-1}$). Pseudomonas por siembra en superficie en el medio de cultivo *Cetrimide agar* e incubado a 32 °C durante 48-72 horas. Bacterias lácticas mediante siembra en doble capa en medio de cultivo MRS (Mand, Rogosa y Sharpe) incubadas a 30 °C-72 horas. La determinación de Coliformes totales se realizó mediante la técnica del Número más Probable (NMP) incubando las muestras a 35-37 °C durante 48 horas. Pasadas 24 horas se observó si los tubos mostraban o no producción de gas. Formación de gas tras 48 horas eran signos evidentes de presencia de Coliformes. Se determinó *Escherichia coli* realizando un subcultivo de los tubos positivos con gas, correspondiente a la determinación de coliformes a otro que contenía 10 mL de caldo lactosado verde brillante (BEBL) con campana Durham, en estufa a 44,5 °C durante 24-48 horas.

Los análisis físico químicos fueron los siguientes:

- Las medidas de color fueron tomadas sobre 3 puntos distintos de la superficie del filete, con un Minolta Chroma Meter CR-400/410. Se realizaron 3 medidas y se tomó como resultado la media de esos valores.
- Capacidad de Retención de Agua (CRA): determinado de acuerdo método descrito por Grau y Hamm, (1953).
- pH: fue determinado por homogenización del músculo del pescado con agua destilada. Para ello se usó el pHmetro Crison pH Meter GLP21.
- Grado de oxidación (Índice de TBARs) fue medido mediante el método descrito por Botsoglou et al., 1994.
- Trimetilamina (TMA) es un compuesto básico volátil que se encuentra en muy pequeñas cantidades en el pescado fresco, es con el paso del tiempo y con el deterioro de la carne del pescado, cuando tiene lugar un incremento como resultado de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina. Para su determinación se utilizó el método propuesto por la AOAC (1998) basado en el Método del Ácido Pícrico.

- Nitrógeno Básico Volátil total (NBVT), expresado en (TVB-N mg N/ 100g carne pescado) fue medido por el método recomendado por la Comisión (95/149/EC). Este parámetro aumenta en su valor al producirse el deterioro por acción bacteriana o enzimática en el pescado, es por ello que es usado como índice de calidad en productos marinos. Las bases volátiles totales comprenden el amoníaco, trimetilamina, pequeñas cantidades de dimetilamina y metilamina.
- Se analizó la composición química del pescado de acuerdo a los métodos establecidos por la AOAC (1997): proteína, usando el método Kjeldhal con el 6,25 de nitrógeno como factor de conversión de la proteína; grasa, por extracción de éter de petróleo usando el Método Soxhlet por el Sistema de extracción Büchi B-811; humedad por desecación hasta $105 \pm 1^\circ\text{C}$; y cenizas por incineración hasta peso constante a $550 \pm 1^\circ\text{C}$ en un horno de mufla.

Para la realización del estudio sensorial de los filetes de dorada se entrenó un panel formado por 8 catadores, de acuerdo a la Norma ISO 8586-1 (1992). Se realizaron 6 sesiones de entrenamiento teórico-práctico de 1 hora de duración. Las sesiones tuvieron como objetivo estudiar los atributos de apariencia de carne (color, apariencia del músculo, brillo), olor (fresco, rancio, ácido, amoniacal, pútrido) y textura táctil (elasticidad y adhesividad) de los filetes de dorada. Se cuantificaron atributos mediante una escala de 1-5 (1: débil- 5: fuerte).

Envasado en atmósfera modificada (40% CO₂, 60% N₂) y aire

En el presente estudio, a partir de las doradas provenientes de la experiencia de engorde, los filetes fueron envasados en condiciones de aerobiosis, muestra control (C) y en atmósfera modificada, cuya mezcla de gases fue de (40% CO₂, 60% N₂). Las muestras se almacenaron en refrigeración durante 14 días en vitrina expositora con luz a 4° C de temperatura. Días control de 0, 4, 7, 11 y 14.

Se determinaron los siguientes parámetros: pH, Capacidad de retención de agua (CRA), Color, Ácido Tiobarbitúrico (TBA), Nitrógeno Básico Volátil Total (NBVT), Trimetilamina (TMA), Análisis Sensorial y Análisis Microbiológico.

EXPERIENCIA REALIZADA EN CANARIAS

A partir de las lubinas engordadas en Canarias durante la primera fase de la experiencia se realizaron estas pruebas de envasado en atmósfera modificada. 54 lubinas (18 peces de cada dieta) capturadas de los tanques fueron inmediatamente sacrificadas por medio de hielo y transportadas al laboratorio en una caja aislada de poliestireno con hielo. El peso medio de los peces fue $833 \pm 125\text{g}$. Fueron realizados 4 puntos de análisis, en el punto 1 (inicial) y el 4 (final) se utilizaron 4 peces, en el punto 2 y 3 se utilizaron 5 peces. Los filetes con piel fueron obtenidos manualmente usando un cuchillo aséptico. El peso medio de los filetes de lubina fue $142,52 \pm 34,09\text{ g}$. En cada filete, en presentación lateral

interna, fueron realizados cortes profundos, paralelos y perpendiculares a la espina dorsal, a una distancia de 3 mm entre cada corte, en sentido dorsoventral. Se analizaron dos replicas de cada tratamiento en cada punto (Figura 21). La piel fue conservada intacta para proporcionar estabilidad al filete.

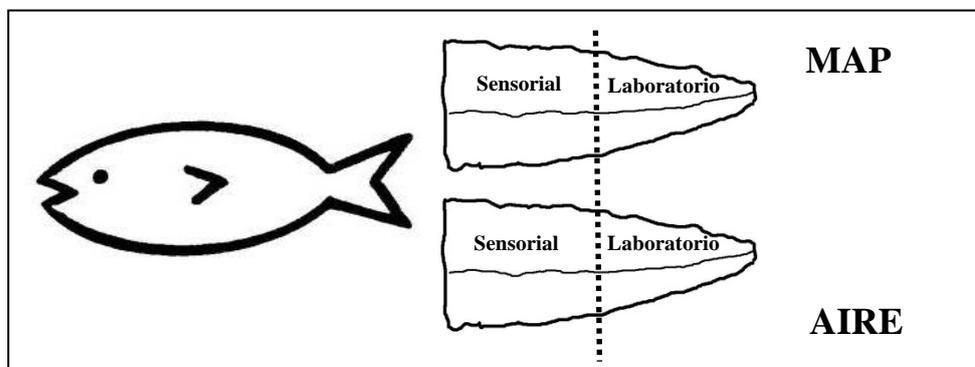


Figura 21. Preparación y codificación de las muestras.

En el momento de la recepción de las muestras, se llevó a cabo un análisis sensorial en fresco (Índice de frescura) de los ejemplares mediante examen visual. Se utilizó el índice reflejado en el RD 331/ 1999 del 26 de febrero, que establece la normalización y tipificación de los productos de la pesca, frescos, refrigerados o cocidos (Anexo 1). En este Real Decreto se establece la frescura del producto en base a la observación de la piel, la mucosidad cutánea, el ojo, las branquias, el peritoneo en el eviscerado, el olor de las branquias y la cavidad abdominal y la consistencia de la carne, determinando en cada caso, según las características observadas, una clasificación en cuatro categorías.

El procesado de las muestras consistió en el eviscerado y fileteado de las mismas a mano y el posterior envasado en bandejas de poliestireno expandido selladas con una lamina de polietileno y poliamida con una permeabilidad al vapor de agua de $5-7 \text{ gm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ y $40-50 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ de permeabilidad al oxígeno a 23°C (Irma, Zaragoza) en maquina de envasado (ULMA SMART-400, ULMA Packaging, Oñate, Guipuzkoa, España). Se utilizaró como combinación de gases un 40% CO_2 y 60% N_2 ; además de un segundo lote de filetes envasados con aire en las mismas bandejas utilizando para cubrir las una lamina de film transparente permeable. Todos los paquetes se mantuvieron a 4°C en las condiciones de iluminación estándar (14 h al día) durante 14 días. Antes del envasado, se pesaron los filetes para conocer el peso inicial y ver la evolución de la merma a lo largo del tiempo. Cada filete de cada tratamiento se dividió en dos muestras, una para los análisis sensoriales y otra para los análisis en laboratorio (Fig. 3.2). Los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales fueron realizados a los 0, 5, 10 y 14 días de almacenamiento.

Los análisis físico-químicos fueron:

- Determinación de pH. El pH de las muestras se midió por homogenización de 3 g de musculo en 30 ml de agua destilada durante 10 segundos a

- 13.000 rpm con un Ultra-Turrax T25 (Janke & Kunkel, Staufen, Germany) utilizando un pH metro modelo 2001 (Crison Basic 20, Barcelona, España).
- Pérdida de agua. La merma o pérdida de agua, se midió en base a la disminución de peso del filete de lubina durante el almacenamiento.
 - Concentración de gases en el espacio de cabeza. En cada punto de control, se midió la concentración de gases en el espacio de cabeza del envase con un medidor de gases (Witt-Gasetechnic, Oxybaby, O₂/CO₂, Witten, Germany) para conocer la evolución de la atmosfera a lo largo del tiempo.
 - Medida del color. El color de las muestras se determinó por medida de los valores L (luminosidad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo) en la superficie del músculo mediante el uso de un espectrofotómetro de reflectancia (Minolta CM-2002; Osaka, Japón). La medida se realizó 30 minutos después de la apertura del envase para la estabilización del color y se realizaron diez replicas de cada muestra.
 - Determinación de bases volátiles totales de nitrógeno BVT-N. Se molieron 10 g de muestra de carne de pescado con 50 ml de agua destilada usando un picador Moulinex®. El material fue transferido con 200 ml de agua destilada a un baker de 500 ml y destilado después de la adición de 2 g de MgO y una gota de silicona para prevenir la formación de espuma. Luego se llevó a un erlemeyer de 250 ml, que contenía 25 ml de solución de ácido bórico 3% p/v, 0,04 ml de rojo metilo y azul de metileno como indicadores para el tratamiento del amonio. La destilación se continuó llevando a un volumen final de 125 ml del destilado obtenido. La solución de ácido bórico vira a verde cuando es alcalina por el destilado de BVT-N. La solución fue tratada posteriormente con solución 0,1 N de ácido hidrocórico. La destilación se concluyó cuando el color del destilado cambió a rosado por la adición gota a gota del ácido hidrocórico. La cantidad de BVT-N en mg/100 g de carne de pescado, fue calculada del volumen (V) de ácido hidrocórico adicionado y su concentración (C): $\%mg\ BVT-N = (V * C * 14 * 100) / 1$
 - Determinación de índice peróxidos. El índice de peróxidos es una medida de la cantidad total de oxígeno unida a una grasa en forma de peróxido, y por tanto constituye una estimación de si la grasa está más o menos oxidada. Se define el índice de peróxidos como la cantidad determinable de oxígeno activo que hay en 1 kg de muestra. Se pesaron 2 g de muestra, con una aproximación de 0,05 g, y se colocaron en un erlenmeyer de 250 ml. Se agregaron 30 ml de solución de ácido acético:cloroformo (3:2 v/v) y se agitó vigorosamente hasta disolución. Se adicionaron 0,5 ml de solución saturada de ioduro de potasio, se agitó y luego se dejó en reposo en oscuridad durante 1 min. Posteriormente, se agregaron 30 ml de agua destilada y se tituló, agitando continuamente, con solución 0,1 N de tiosulfato de sodio hasta desaparición del color amarillo. Se adicionaron 0,5 ml de solución de almidón (1% p/v) y se continuó titulando hasta desaparición del color azul. El índice de peróxidos (expresado como miliequivalentes de oxígeno/kg de aceite): $IP = (S \times N^* \times 1000) / (g\ de\ muestra)$, donde S = ml de solución de tiosulfato de sodio consumidos y N* = normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

- Determinación de ácido 2-tiobarbitúrico. Fue usado el método basado en la cuantificación espectrofotométrica del complejo Rosado después de la reacción de una molécula de malonaldehído producto de la destilación, con dos moléculas de ácido 2-tiobarbitúrico adicionado al destilado.

Los análisis microbiológicos fueron los siguientes:

- Se analizó la presencia de microorganismos mesófilos y psicrotrofos totales en las muestras para estudiar su evolución en el tiempo. Se utilizó el método de recuento en placa, usando agar PCA (Merck; Darmstadt, Germany). Se llevaron a cabo diluciones, partiendo de 10 g de músculo y 90 ml de agua de peptona esterilizada al 0,1% a la que se le añadió un 1% de NaCl. La muestra se sometió a homogeneización durante un minuto (IUL, Masticator, Barcelona, España) y se prepararon diluciones seriadas a partir de 1 ml de esta muestra inicial en 9 ml de agua de peptona al 0,1% y 1% de NaCl. Cada dilución se sembró por duplicado, para ello, se tomó un ml de muestra y se realizó una siembra en masa con agar PCA. Para el recuento de mesófilos se incubaron las muestras durante 48 horas en estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y en el caso de los psicrotrofos 7 días a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. En base a la morfología observada se contaron las colonias y los datos se expresaron como logaritmo del número de unidades formadoras de colonias por gramo de pescado (UFC/g).
- Determinación de Salmonella. 10 g de filete fueron homogeneizados en 90 ml de agua de peptona tamponada e incubados a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Un ml del cultivo, se adicionó a un tubo de ensayo con 10 ml de caldo tetratoato, agregando 2 gotas de Lugol y 2 gotas de verde brillante al 0,1% p/v, incubado a $42 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 h. El medio de cultivo selectivo utilizado fue agar XLD (Xilosa Lisina Deoxicolato), agar BS (Bisnuto Sulfito) y agar VB (Verde Brillante) por el método de agotamiento de superficie y se incubó a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 h.
- Determinación de Listeria. 10 g de filete fueron homogeneizados en 90 ml de caldo fraser semi e incubados a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 h. 0,1 ml del cultivo se adicionó a un tubo de ensayo con caldo fraser completo, incubado a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 h. El medio de cultivo selectivo utilizado fue agar Aloa y se incubó a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 h.
- Determinación de Enterobacterias. Se utilizó el método de recuento en colonias, usando agar VRBD (Violeta cristal-rojo neutrobilis - glucosa). Se llevaron a cabo diluciones, partiendo de 10 g de músculo y 90 ml de agua de peptona esterilizada al 0,1% a la que se le añadió un 1% de NaCl. Cada dilución se sembró por duplicado, para ello, se tomó un ml de muestra y se realizó una siembra en masa con agar VRBD. Para el recuento de enterobacterias se incubaron las muestras durante 24 h en estufa a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Cálculo del número de Enterobacteriaceae por gramo de muestra, a partir del número de colonias características confirmadas obtenidas en las placas de Petri.
- Determinación de Bacterias Ácido Lácticas. El conteo de las Bacterias Ácido Lácticas se realizó por el método de superficie utilizando agar MRS (De Man, Rogosa y Sharpe) en el cual se colocó 0,1 ml de cada dilución de

la muestra, luego se incubó por 48 horas a 35°C en jarra de Gas Pack bajo condiciones microaerófilas (5-10% de CO₂); transcurrido este tiempo se contaron las colonias como bacterias ácido lácticas.

Para el análisis sensorial se utilizó un panel de cinco catadores (2 mujeres y 3 hombres) entrenados que evaluaron diferentes parámetros tanto en los filetes en crudo como en cocinado. Las sesiones de entrenamiento tuvieron como objetivo definir los atributos que determinan la calidad sensorial de la lubina y unificar los criterios de evaluación. Para el entrenamiento se emplearon muestras de lubina almacenada comercial, a partir de las cuales se seleccionaron, en primer lugar, los descriptores más adecuados para este tipo de producto, y a partir de estos atributos se establecieron los niveles de intensidad y aceptación de cada uno de ellos. Una vez completado el entrenamiento del panel, se procedió a la evaluación sensorial de la lubina envasada en atmosfera modificada y en aire, realizando las pruebas a los 0, 5, 10 y 14 días de almacenamiento en refrigeración.

En los filetes crudos se evaluó tanto el color como el olor. El color se evaluó con una escala estructurada de cuatro puntos:

- 1 = color característico de lubina fresca;
- 2 = ligera decoloración;
- 3 = moderada decoloración;
- 4 = fuerte decoloración;

Respecto al olor, se evaluó el olor de pescado y otros olores. Para el olor a pescado se utilizó una escala estructurada de siete puntos:

- 1 = olor a fresco;
- 2 = olor neutro;
- 3 = ligeramente a pescado;
- 4 = moderadamente a pescado;
- 5 = fuerte a pescado;
- 6 = muy fuerte a pescado;
- 7 = casi pútrido.

Y para otros olores, una de seis puntos:

- 1 = olor inexistente a fermentado;
- 2 = ligeramente a fermentado;
- 3 = moderadamente fermentado;
- 4 = fuerte a fermentado;
- 5 = muy fuerte a fermentado;
- 6 = extremadamente fermentado.

Para el análisis tras el cocinado, los filetes fueron troceados en cinco piezas de similares dimensiones, cocinados al vapor hasta alcanzar una temperatura interna de 72°C y servidos a los catadores todavía calientes envueltas individualmente

en papel de aluminio y codificadas con números de tres dígitos (Fig. 22). En estas muestras se evaluaron varios atributos usando escalas no estructuradas con valores comprendidos entre cero y diez, siendo la puntuación de cinco el umbral de aceptación. Los parámetros evaluados fueron:

- aspecto (nada atractivo→ muy atractivo)
- olor característico (ausente→ muy intenso)
- firmeza (muy blando→ muy firme)
- jugosidad (nada jugoso→ muy jugoso)
- intensidad de flavor a fresco (ausente→ muy intenso)
- intensidad de flavor indeseable (ausente→ muy intenso)
- aceptabilidad global (me disgusta mucho→ me gusta mucho)

En cada sesión los catadores debían evaluar doce muestras, dos muestras de cada tratamiento (atmosfera modificada y aire) de las tres dietas. Los catadores realizaron la evaluación de las muestras por duplicado en cada sesión.



Figura 22. Presentación de las piezas del filete de lubina.

2.4. RESULTADOS

Objetivo 1.

PERCEPCIÓN DE CALIDAD

Etapa cualitativa

Las principales ventajas y los principales inconvenientes asociados al consumo de pescado según la percepción de los consumidores que participaron en los grupos de discusión se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21. Ventajas/motivos y inconvenientes/barreras en el consumo de pescado.

| Ventajas/motivos | Inconvenientes/barreras |
|--|--|
| Sano, nutritivo y saludable | Precio elevado y además cunde menos que la carne |
| Ligero | Tiene difícil y laboriosa elaboración y limpieza |
| Fácil masticación | Dudas sobre su frescura y manipulación |
| Sabroso | Difícil acceso (horarios y ubicación establecimientos) |
| Menos hormonas que la carne | Contaminación, metales pesados, anisakis y alergias |
| Variedad de especies y formas de preparación | Sabor y olor |
| Fácil y rápida preparación | Proporciona menor saciedad |
| Necesario en dieta equilibrada y variada | Poca opción y cierta desconfianza en los restaurantes |
| Precio asequible | Conservación muy limitada |
| Frescura fácil de reconocer | Desconocimiento de la alimentación recibida por el pescado |
| Buena imagen y presentación | |

Es de destacar que algunos de los aspectos que fueron citados como ventajas o motivos en el consumo de pescado fueron también citados como inconvenientes o barreras. No se observaron diferencias claras entre las diferentes CCAA pero si se observaron tendencias en lo que se refiere al género, la edad y al consumo de pescado. A continuación (desde la Figura 23 hasta la Figura 28) se presentan los principales resultados obtenidos mediante el análisis de correspondencias simple.

En la Figura 23 se presentan los resultados del análisis de correspondencias simple de los inconvenientes según el género. En ella se observa que mientras los hombres (M) mencionan al precio, la incomodidad de prepararlo y la seguridad e higiene como principales inconvenientes del consumo de pescado, las mujeres (F), quienes mayoritariamente preparan la comida en los hogares españoles, valoran negativamente la incomodidad al limpiarlo, comprarlo y el olor que deja en la casa y en las manos después de su elaboración o consumo.

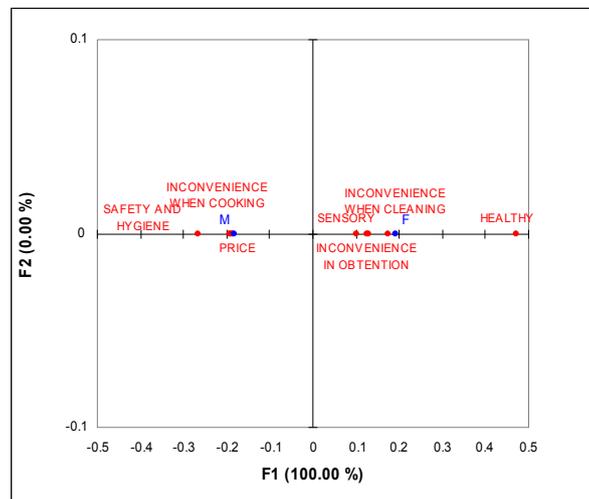


Figura 23. Análisis de correspondencias de los inconvenientes/barreras en el consumo de pescado según el género (M: hombres, F: mujeres)

En la Figura 24 se muestra el análisis de correspondencias de los inconvenientes en función de la edad de los consumidores. Se observa que los consumidores participantes más jóvenes valoran negativamente la incomodidad en general que acompaña al pescado desde su obtención hasta su consumo. En cambio, los consumidores de mayor edad consideran el precio y la incomodidad al limpiarlo como los principales inconvenientes del consumo de pescado.

La Figura 25 muestra los resultados del análisis de correspondencias de los inconvenientes en el consumo de pescado según su frecuencia de consumo para los consumidores participantes en los grupos de discusión. Se observa que aquellos consumidores que tienen un mayor consumo de pescado consideran que el precio y la incomodidad a la hora de comprarlo son los principales inconvenientes, mientras que los consumidores con un menor consumo de pescado consideran la compra, la limpieza y a preparación del pescado, además

de sus características sensoriales, como los principales inconvenientes para su consumo.

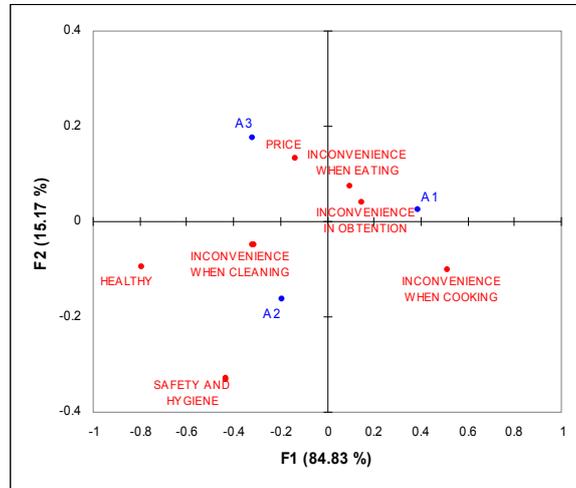


Figura 24. Análisis de correspondencias de los inconvenientes/barreras en el consumo de pescado según la edad (A1: edad ≤25 años, A2: edad entre 25-50 años, A3 edad >50 años)

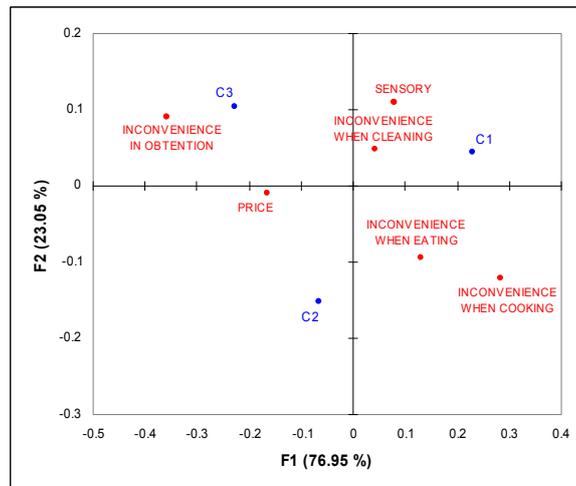


Figura 25. Análisis de correspondencias de los inconvenientes/barreras para el consumo de pescado según el consumo de pescado (C1: 1 vez por semana o menos, C2: 2-3 veces por semana, C3: más de 3 veces por semana)

En la Figura 26 se observa que las mujeres (F) participantes en los grupos de discusión consideran que las propiedades sensoriales, la relación calidad precio, el bajo aporte calórico y la digestibilidad son los principales motivos por los cuales consumen pescado. En cambio los hombres (M) valoran positivamente el consumo de pescado en una dieta equilibrada y su buena presentación e imagen (contexto).

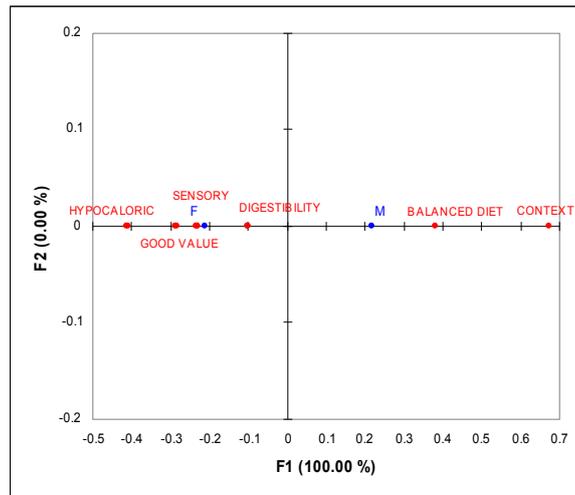


Figura 26. Análisis de correspondencias de las ventajas/motivos en el consumo de pescado según el género (F: mujeres, M: hombres)

La Figura 27 muestra que los consumidores participantes en los grupos de discusión de menor edad valoran positivamente los aspectos relacionados con la salud, la frescura y la variedad de especies en el pescado. Los consumidores participantes mayores de 50 años, edad en la que habitualmente empiezan a aparecer los primeros problemas de salud, valoran positivamente la digestibilidad, el bajo aporte calórico y otros aspectos como sus características sensoriales y su precio asequible.

En la Figura 28 se observa que los consumidores que participaron en los grupos de discusión y que consumen pescado más frecuentemente consideran que la variedad de las especies, el precio asequible y la relación calidad/precio son las principales ventajas del consumo de pescado. En los grupos de discusión se observó que en muchos casos los consumidores que consumen pescado con menos frecuencia lo hacen principalmente porque saben que es un alimento sano y saludable y por su aporte nutricional. Los resultados obtenidos en el análisis de correspondencias lo confirman: los consumidores participantes que ingieren pescado 1 vez por semana o menos valoran positivamente los aspectos relacionados con la salud y el valor nutricional del pescado además de su buena imagen y presentación.

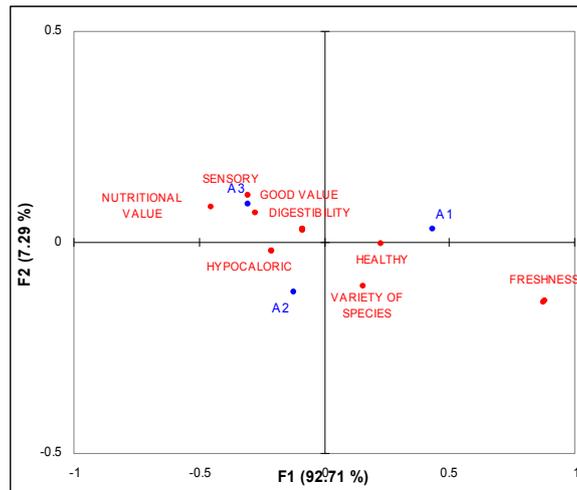


Figura 27. Análisis de correspondencias de las ventajas/motivos en el consumo de pescado según la edad (A1: edad ≤25 años, A2: edad entre 25-50 años, A3: edad >50 años)

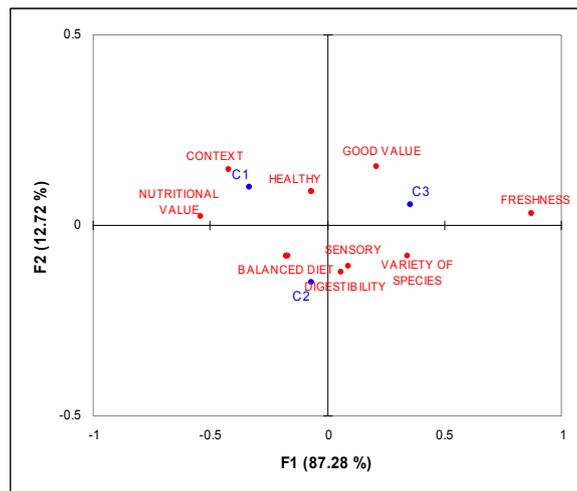


Figura 28. Análisis de correspondencias de las ventajas/motivos en el consumo de pescado según el consumo de pescado (C1: 1 vez por semana o menos, C2: 2-3 veces por semana, C3: más de 3 veces por semana)

Referente a las principales creencias y opiniones sobre el pescado procedente de acuicultura y de pesca extractiva se observó un desconocimiento generalizado entre los consumidores participantes sobre el hecho de haber consumido o no pescado de crianza. De todas formas, aquellos que afirmaron ser conscientes de haberlo consumido apuntaron al sabor, la textura, el tamaño y el carácter graso como las principales diferencias entre el pescado de ambas procedencias. Las características organolépticas, especialmente el sabor, se identificaron como el principal factor de reactividad hacia el pescado de crianza entre los consumidores participantes. Se observó una mayor preferencia por la calidad del pescado salvaje aunque, para la gran mayoría de los participantes, la diferencia de precio entre ambos orígenes compensaba las diferencias sensoriales existentes. De

forma general, los participantes consideraron más controlado el pescado de crianza. En contrapartida los consumidores mostraron algunas dudas sobre su alimentación recibida y el suministro de antibióticos y hormonas. No obstante, todos los consumidores participantes en los grupos de discusión estuvieron de acuerdo en el hecho de que el pescado de acuicultura representa la mejor alternativa para seguir consumiendo pescado en el futuro.

Los principales factores de especial relevancia en la decisión de compra de pescado fueron la calidad (fresco o congelado), zona de origen, método de obtención (acuicultura, pesca extractiva) y precio).

Etapa cuantitativa

Questionario cuantitativo

1. Creencias comparativas entre el pescado salvaje y el de crianza

La Figura 29 muestra los valores medios obtenidos para las distintas creencias por toda la muestra estudiada. En esta el valor cero representa el valor central de la escala (4). Confirmando los resultados obtenidos en la etapa cualitativa, el pescado de crianza se percibió como una opción más económica, más controlada, con menos parásitos, con menos metales pesados y menos contaminado por los vertidos marinos que el pescado de pesca extractiva. El pescado salvaje se describió principalmente como aquel de mayor calidad, mayor sabor y menor carácter artificial. Estos resultados son bastantes similares a los observados en otros países europeos, confirmando el correcto conocimiento de ambos productos por parte de los consumidores en algunos aspectos y su gran desconocimiento en otros.

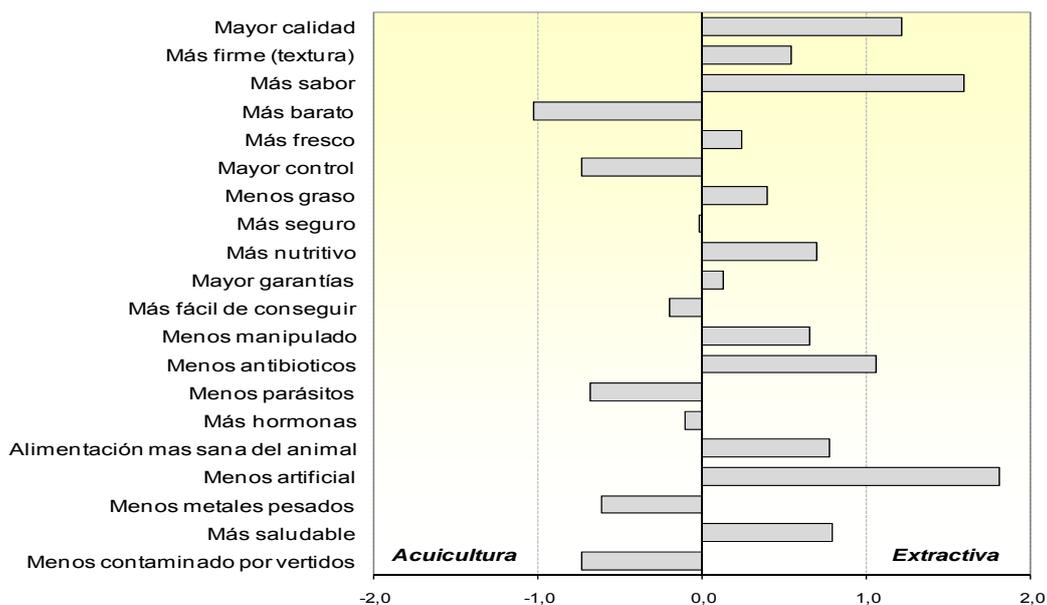


Figura 29. Valores medios de las creencias para el pescado de crianza y para el salvaje

El análisis de la varianza por Comunidades Autónomas desveló algunas diferencias entre ellas. A continuación se presentan las valoraciones medias que los consumidores de cada CCAA otorgaron a algunas de las creencias comparativas entre pescado salvaje y el de crianza incluidas en la encuesta cuantitativa (desde la Figura 30 hasta la Figura 39). El valor cero en las Figuras representa la media global de la valoración de cada una de estas afirmaciones entre los consumidores. Como se ha descrito en el apartado de metodología, la escala de Likert utilizada en la valoración de la afirmación fue una escala estructurada de 7 puntos (desde “Totalmente en desacuerdo” hasta “Totalmente de acuerdo”), por tanto valores de media superiores a 4 indican globalmente un acuerdo con la afirmación y valores inferiores a 4 indican desacuerdo con la afirmación.

“El pescado salvaje tiene mayor calidad que el de piscifactoría”

Se observa que por término medio todas las CCAA están de acuerdo ($\mu_{\text{global}}=5,14$) en que la calidad del pescado salvaje es mayor a la del pescado de acuicultura (Figura 30). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la primera etapa del estudio. Es de destacar que la Comunidad de Madrid fue la que presentó un mayor grado de acuerdo con la afirmación y las Islas Baleares la que menos.

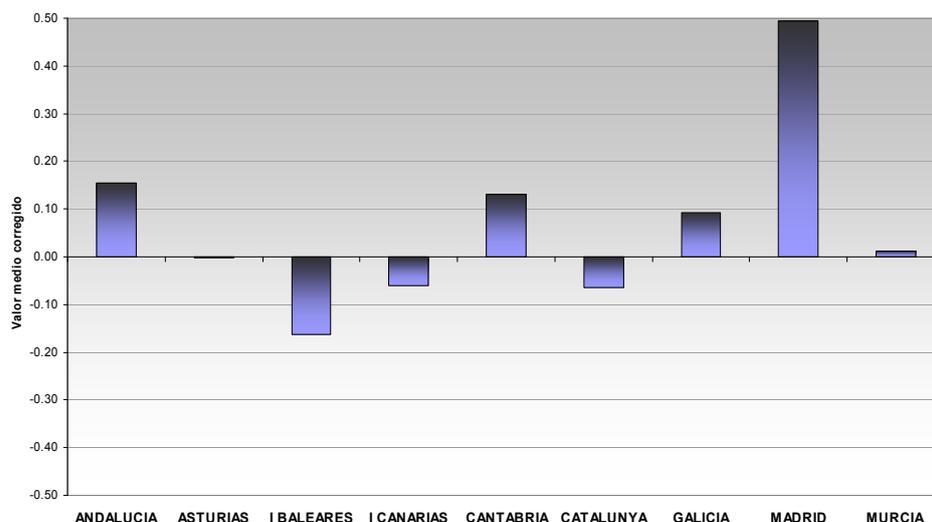


Figura 30. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado salvaje tiene mayor calidad que el de piscifactoría”

“El pescado salvaje es más fresco que el de piscifactoría”

En la Figura 31 se observa que por término medio los consumidores de todas las CA estudiadas consideran que el pescado salvaje ofrece una menor frescura que el de acuicultura ($\mu_{\text{global}}=2,28$). Este hecho podría explicarse porque los consumidores consideran que tanto el tiempo transcurrido como el número de intermediarios desde que el pescado se captura en el mar o en la piscifactoría hasta que llega al establecimiento es mayor en el caso del pescado de pesca extractiva que en el de crianza. Los consumidores de las Islas Canarias fueron los

que por término medio estuvieron menos en desacuerdo con la afirmación y Galicia y Andalucía las que más.

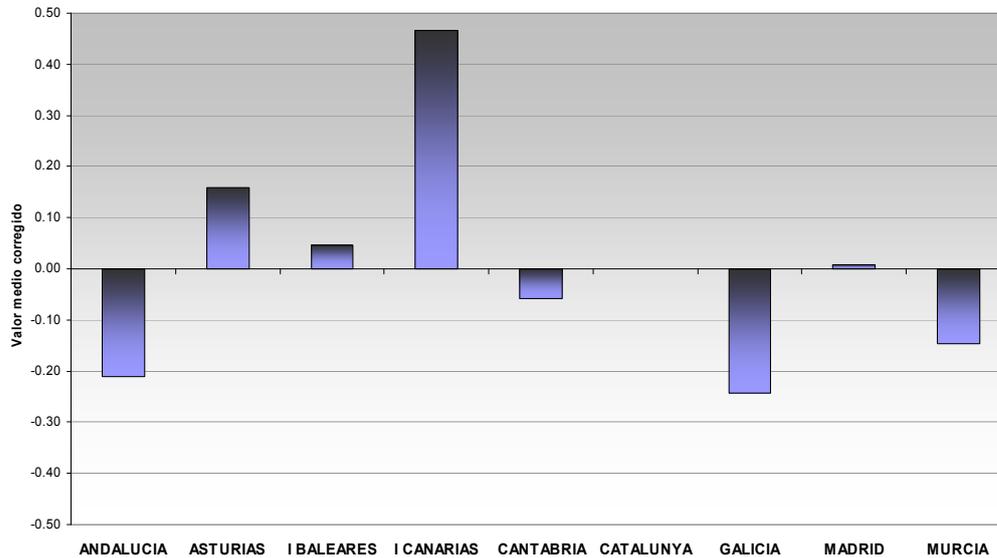


Figura 31. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado salvaje es más fresco que el de piscifactoría”

“El pescado de piscifactoría está más controlado que el salvaje”

De acuerdo también con los resultados obtenidos en la primera etapa del estudio, se observa (Figura 32) que los consumidores de todas las CCAA creen, por término medio, que el pescado de acuicultura está más controlado que el de pesca extractiva ($\mu_{global}=4,73$). En los grupos de discusión se obtuvieron también resultados parecidos, algunos de los consumidores participantes afirmaron creer que el pescado de crianza tiene mayor control especialmente en lo que se refiere a enfermedades y alimentación recibida.

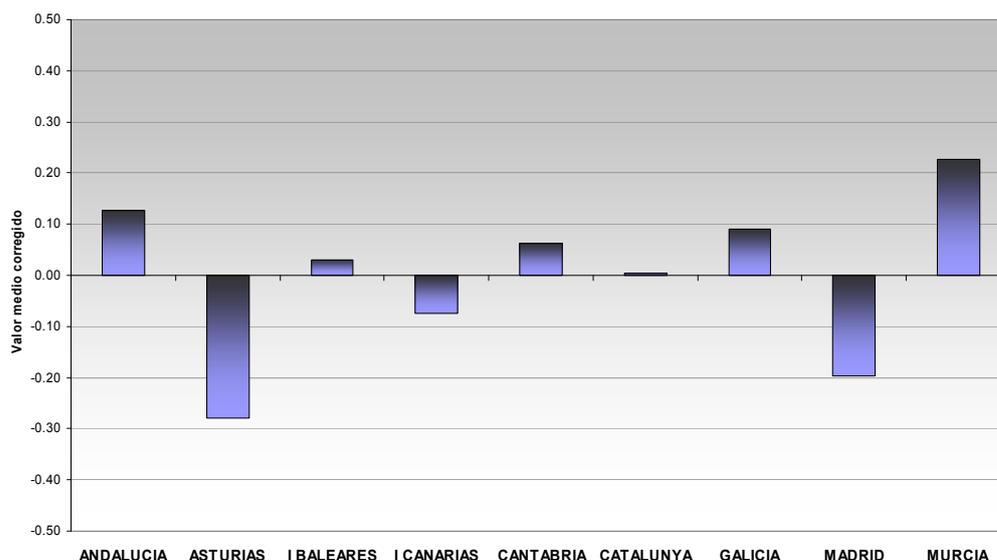


Figura 32. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado de piscifactoría está más controlado que el salvaje”

“El pescado salvaje es más nutritivo que el de piscifactoría”

Con referencia al aporte nutritivo del pescado se observa (Figura 33) que los consumidores de todas las CCAA consideran, por término medio, que el pescado salvaje es más nutritivo que el de crianza ($\mu_{\text{global}}=4,69$). De acuerdo con los resultados obtenidos en los grupos de discusión realizados en la primera etapa del estudio esto podría deberse al desconocimiento de la formulación de los piensos con los que se alimentan a los peces en las piscifactorías. Destacar que Cataluña y Murcia fueron las CCAA que presentaron un menor grado de acuerdo con esta afirmación.

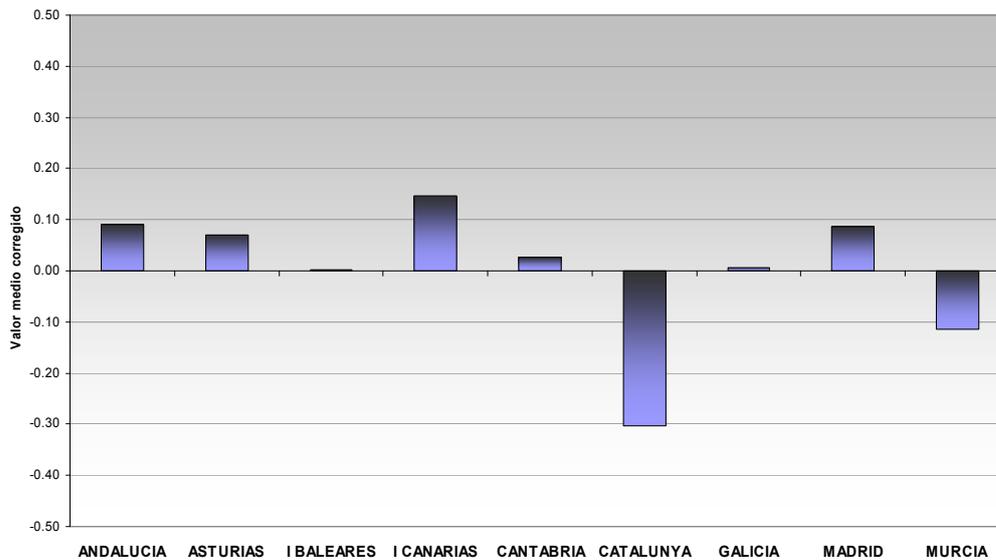


Figura 33. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado salvaje es más nutritivo que el de piscifactoría”

“El pescado salvaje ofrece más garantías que el de piscifactoría”

En la Figura 34 se observa que, por término medio, los consumidores de todas las CCAA consideraron que ambos tipos de pescado les aportan garantías bastante similares ($\mu_{\text{global}}=4,13$). A pesar de ello, los consumidores de las Comunidades de Andalucía, Cataluña y Galicia fueron los únicos que mostraron un ligero desacuerdo con la afirmación.

“El pescado de piscifactoría está más manipulado que el salvaje”

En la Figura 35 se observa que, por término medio, los consumidores de todas las CCAA consideran que el pescado de acuicultura está más manipulado que el de pesca extractiva ($\mu_{\text{global}}=4,69$). Destacar que Islas Baleares y Murcia fueron las dos CA que se mostraron más de acuerdo con la afirmación y Madrid, Galicia y Asturias las que menos.

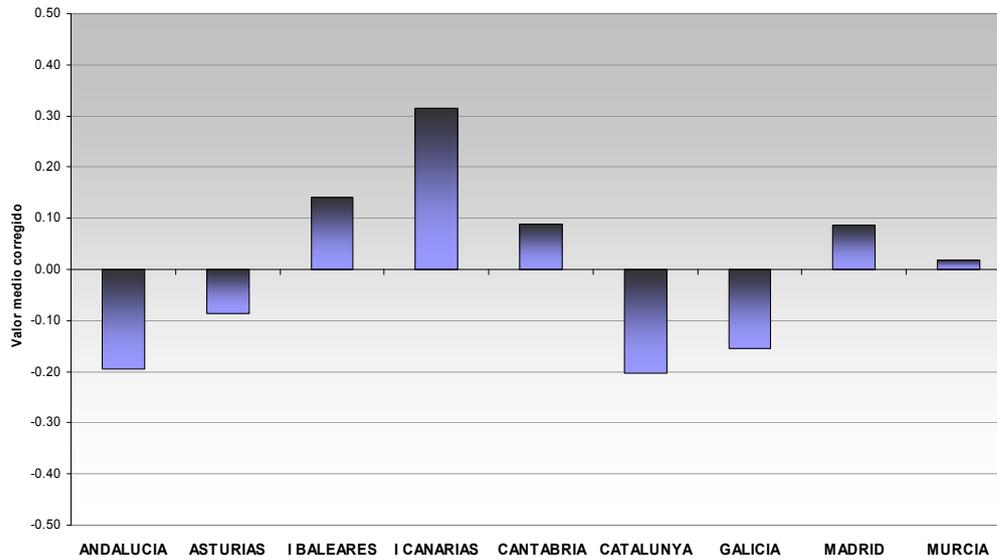


Figura 34. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado salvaje ofrece más garantías que el de piscifactoría”

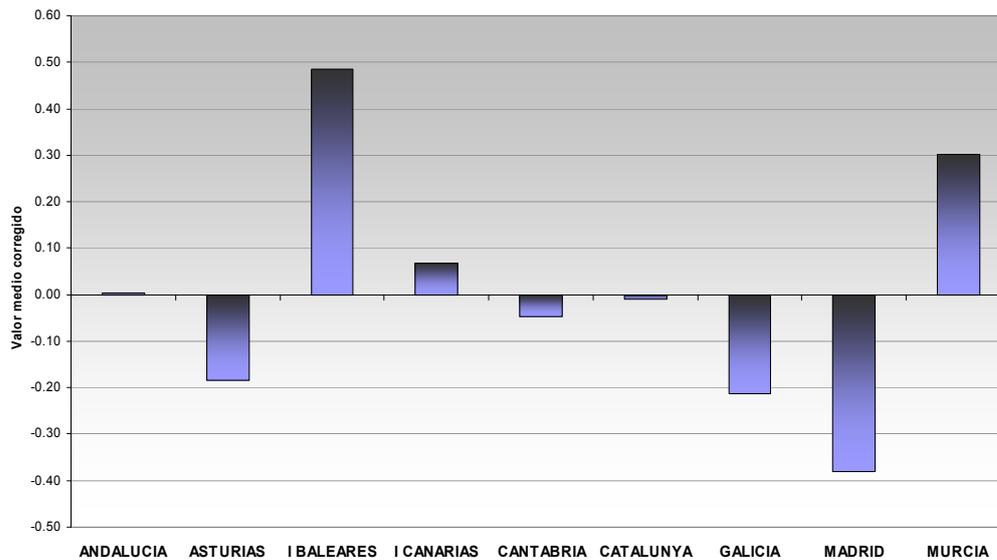


Figura 35. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado de piscifactoría está más manipulado que el salvaje”

“El pescado salvaje tiene una alimentación más sana que el de piscifactoría”
 Por término medio todas las CCAA estuvieron de acuerdo en que el pescado salvaje ha recibido una alimentación más sana ($\mu_{\text{global}}=4,77$) (Figura 36). Además se observa un elevado consenso entre todas las CCAA, ya que en todas ellas el valor de la media corregida es muy parecido al valor de la media global. En los grupos de discusión, en cambio, se observó un cierto desacuerdo entre las opiniones de los consumidores participantes. Mientras algunos afirmaban que el pescado salvaje recibe una alimentación más sana porque puede comer variado y

lo que le apetece en cada momento, otros decían que el pescado de crianza recibe una dieta más equilibrada formulada especialmente en cada caso.

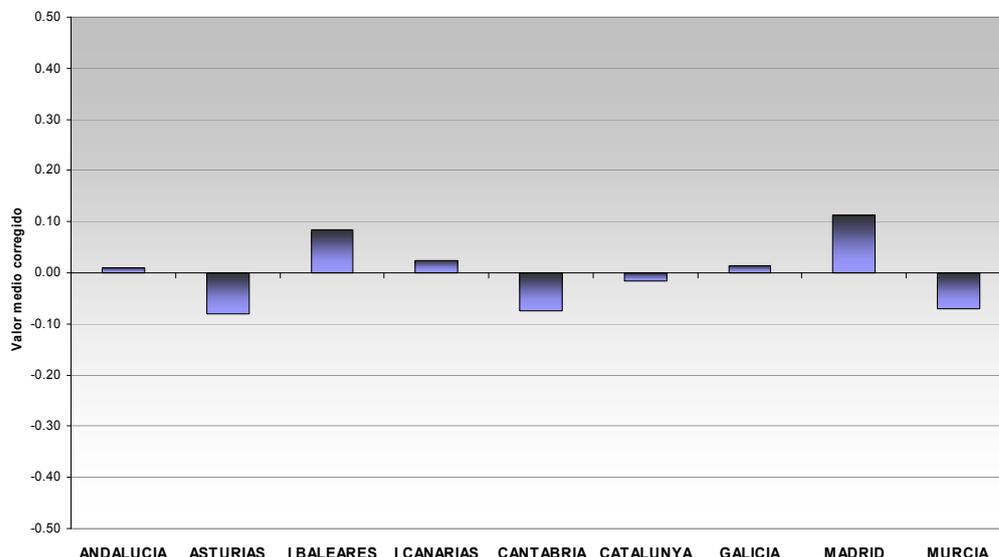


Figura 36. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado salvaje tiene una alimentación más sana que el de piscifactoría”

“El pescado de piscifactoría contiene más metales pesados que el salvaje”

En la Figura 37 se observa que por término medio los consumidores de todas las CCAA estudiadas consideran que el pescado salvaje está más afectado por los metales pesados ($\mu_{global}=3,39$). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la primera etapa del estudio, en la cual los consumidores afirmaron que el pescado de acuicultura ha estado criado en zonas marinas confinadas y con un mayor control, razón por la cual contiene menos metales pesados que el salvaje.

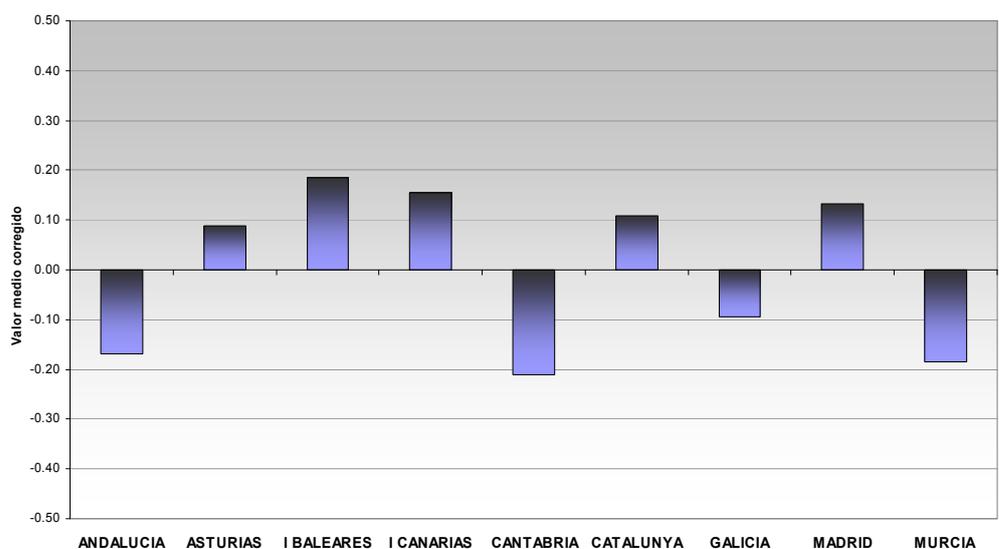


Figura 37. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado de piscifactoría contiene más metales pesados que el salvaje”

“El pescado de piscifactoría es más saludable que el salvaje”

En general los consumidores consideran que el consumo de pescado es saludable. Sin embargo, se observó que al comparar el pescado de crianza y el pescado salvaje, por término medio, los consumidores consideran que el pescado de pesca extractiva es más saludable que el de crianza (μ global=3,21) (Figura 38). Se observa que la valoración media para esta afirmación en el caso de Cataluña y de Madrid está muy cerca de 4, lo que significa que los consumidores de estas dos CCAA tienden a considerar que ambos tipos de pescado son igual de saludables.

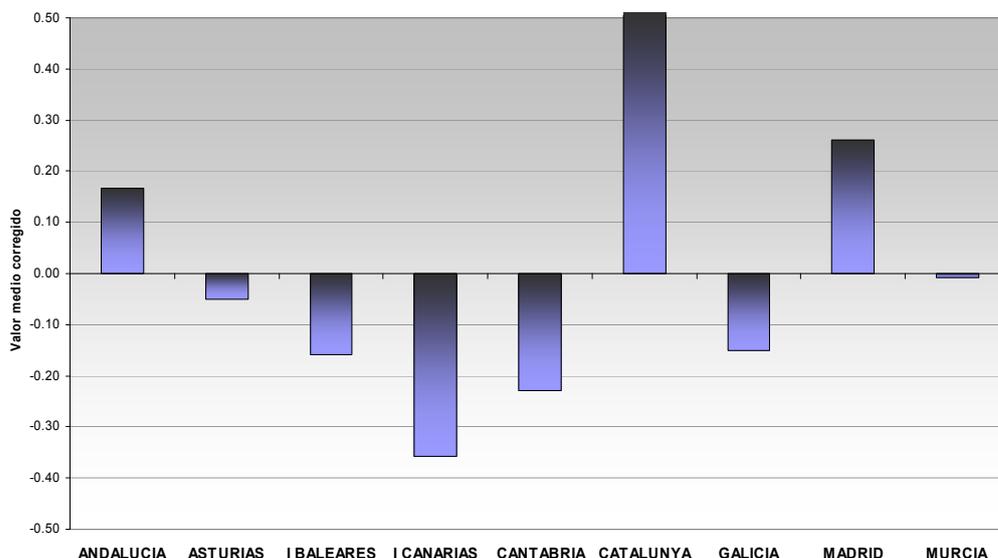


Figura 38. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado de piscifactoría es más saludable que el salvaje”

“El pescado salvaje está mas afectado por la contaminación marítima (vertidos)”

Como en el caso de los metales pesados, los consumidores de todas las CCAA consideraron por término medio que el pescado salvaje está más afectado por la contaminación marítima (μ global=4,73) (Figura 39). Estos resultados pueden explicarse, como en el caso de los metales pesados, por el hecho de que los consumidores consideran que la composición del agua en que se cría el pescado de acuicultura está más controlada.

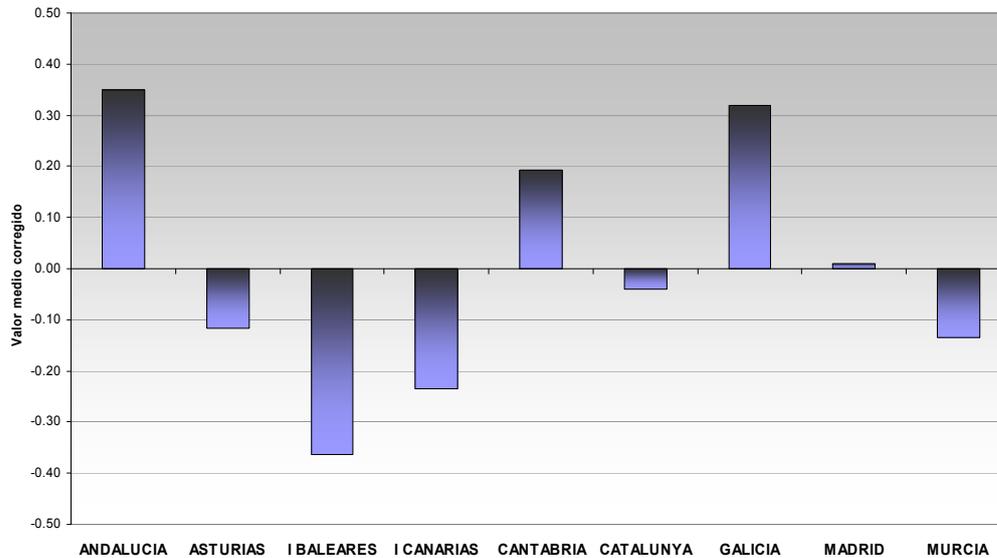


Figura 39. Valoración media en cada CA para la afirmación “El pescado salvaje está más afectado por la contaminación marítima (vertidos)”

Se observa que algunas creencias difieren considerablemente entre las CCAA probablemente por la influencia de las prácticas relacionadas con la pesca en cada una de ellas.

El análisis de conglomerado permitió la identificación de 5 grupos de consumidores con creencias notablemente diferentes. Aunque estos no se pudieron caracterizar en función de los datos sociodemográficos de los consumidores agrupados en cada uno de ellos, esta información constituye una información de gran valor a la hora de diseñar las estrategias de marketing y las políticas de promoción de la acuicultura a aplicar en cada segmento detectado.

Es de destacar que en algunos casos los consumidores presentaron creencias erróneas y contradictorias por lo que se hace necesaria la definición de estrategias efectivas de información al consumidor.

2. Conocimiento objetivo y subjetivo sobre pescado

Los resultados generales obtenidos para el conocimiento objetivo indicaron la existencia de un cierto desconocimiento sobre el pescado entre los participantes ($Media_{aciertos}=2,2$), ($Media_{fallos}=1,5$), ($Media_{NS/NC}=1,7$). A continuación se presenta el porcentaje de aciertos, fallos y errores para cada uno de los 5 ítems incluidos en la valoración del conocimiento objetivo (desde la Figura 40 hasta la Figura 44).

CO1. Más de la mitad del pescado que se vende procede de piscifactoría

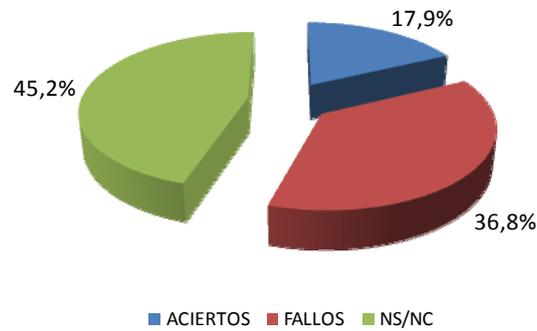


Figura 40. Porcentaje de ciertos, fallos y respuestas NS/NC para el ítem CO1

CO2.El pescado es una fuente de ácidos grasos omega 3

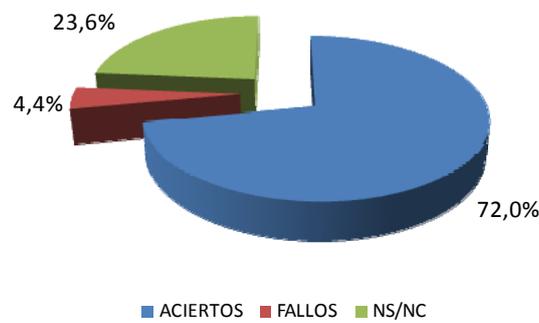


Figura 41. Porcentaje de ciertos, fallos y respuestas NS/NC para el ítem CO2

CO3.El bacalao es un pescado graso

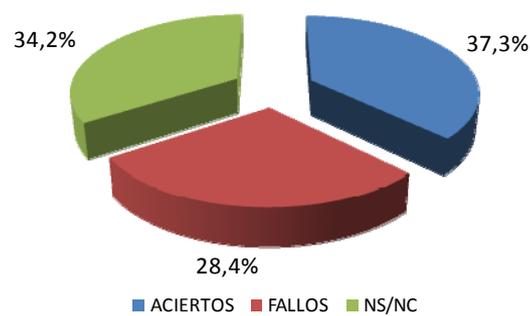


Figura 42. Porcentaje de ciertos, fallos y respuestas NS/NC para el ítem CO3

CO4.El pescado es una fuente de fibra

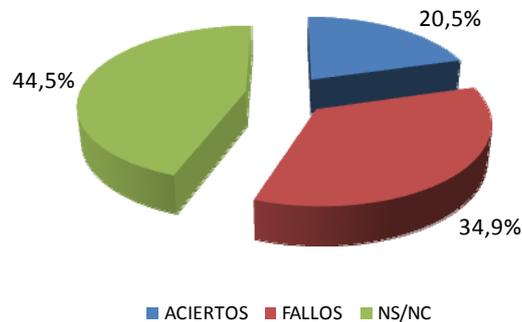


Figura 43. Porcentaje de ciertos, fallos y respuestas NS/NC para el ítem CO4

CO5.El salmón es un pescado graso

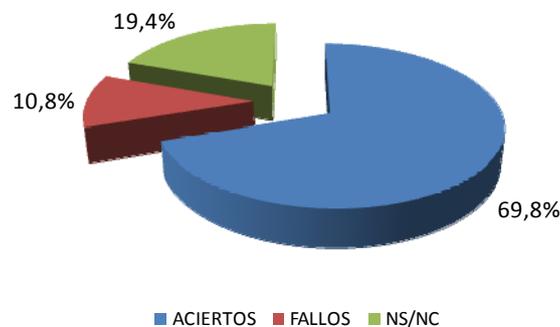


Figura 44. Porcentaje de ciertos, fallos y respuestas NS/NC para el ítem CO5

Se observaron ciertas diferencias en función del género, la edad, el nivel educativo y la Comunidad Autónoma de los consumidores (Figura 45). Así, los participantes de mayor edad, con estudios universitarios y procedentes de Galicia, fundamentalmente, fueron los que presentaron un mayor conocimiento objetivo sobre el pescado. Al mismo tiempo, los participantes hombres, jóvenes, con estudios básicos procedentes de Canarias, principalmente, fueron los que mostraron poseer un menor conocimiento objetivo. Por otro lado, los participantes hombres con estudios básicos y de menor edad fueron los que un afirmaron desconocer la respuesta correcta para un mayor número de ítems (Figura 46).

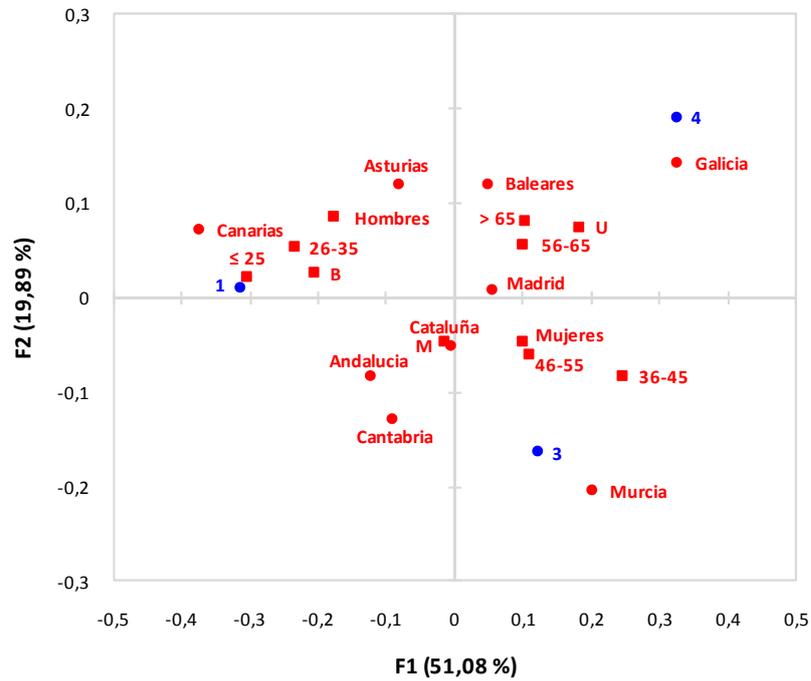


Figura 45. Análisis factorial de correspondencias para el número de respuestas acertadas en el conocimiento objetivo

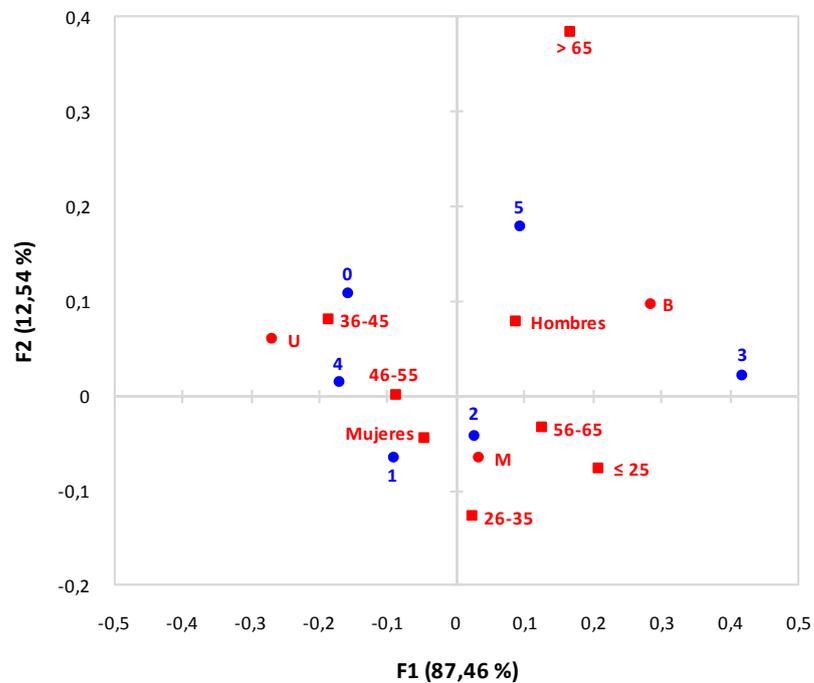


Figura 46. Análisis factorial de correspondencias para el número de respuestas NS/NC en el conocimiento objetivo

Referente al conocimiento subjetivo, en general, los participantes mostraron un conocimiento subjetivo medio (Media=4,2/SD(n-1)=1,224) aunque se observaron

diferencias según la Comunidad Autónoma, la edad y por el hecho de haber crecido en una zona de costa o interior. En este sentido, los consumidores de mayor edad muestreados en Madrid y que crecieron en una zona de costa fueron los que consideraron tener un mayor conocimiento sobre pescado frente a los más jóvenes muestreados en Asturias y que crecieron en una zona de interior.

Existe una relación positiva entre el conocimiento que los consumidores españoles creen tener sobre el pescado (conocimiento subjetivo) y el que realmente tienen (conocimiento objetivo) (Figura 47).

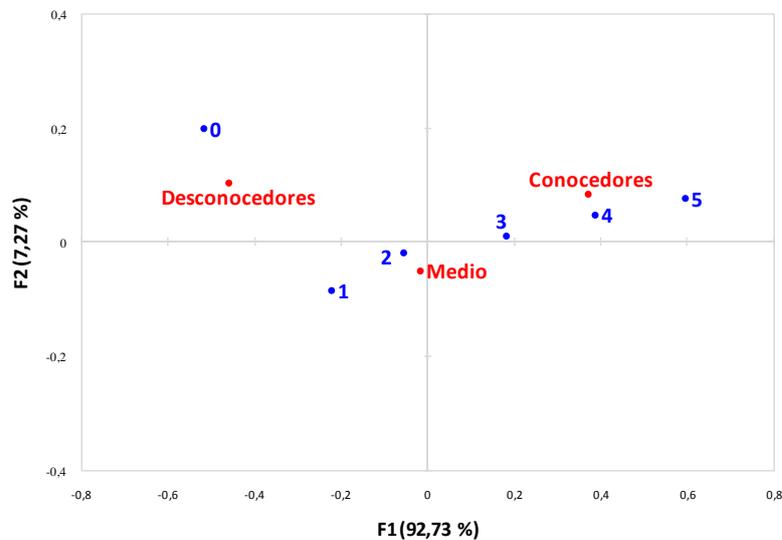


Figura 47. Análisis factorial de correspondencias para el número de aciertos en función del grado de conocimiento subjetivo sobre pescado de los participantes

Una vez más, se hace evidente un cierto desconocimiento sobre pescado entre la población por lo que se hace necesaria la realización de campañas efectivas de información al consumidor.

3. Confianza en las fuentes de información sobre pescado

En la Figura 48 Se presentan los valores medios de confianza en cada una de las fuentes de información sobre pescado estudiadas. La línea roja marca la zona central de la escala de cuantificación (4). Así pues, se observó que las fuentes en las que más confían los consumidores son las fuentes científicas, los pescaderos, los pescadores y muy especialmente los familiares y amigos y los médicos. Está información es de gran valor en el diseño de estrategias y campañas de información efectiva a los consumidores.

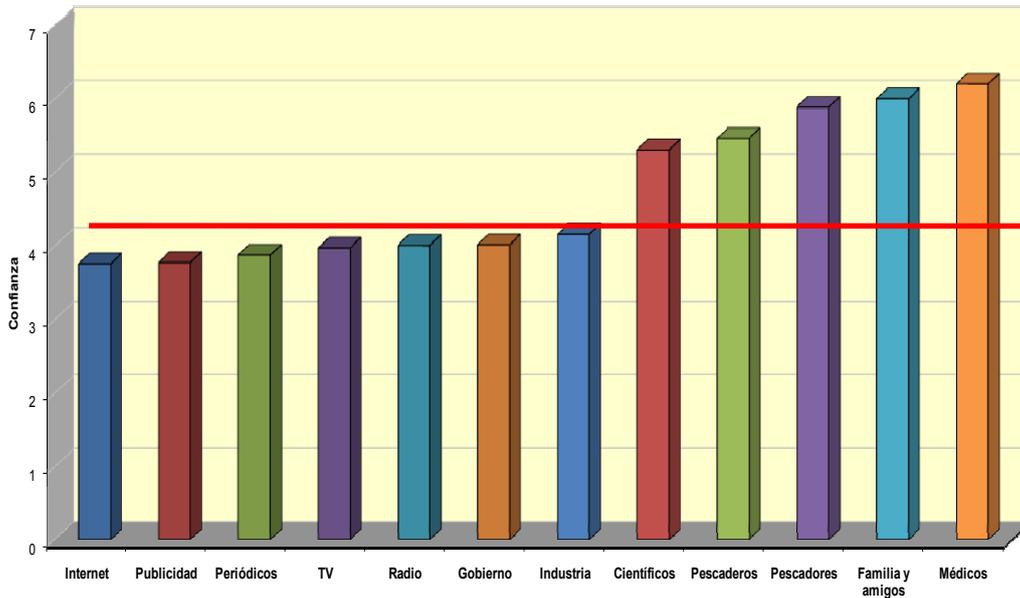


Figura 48. Confianza media en las fuentes de información sobre pescado

4. Lectura de la información

Los resultados obtenidos indicaron que en general, los consumidores tienen en cuenta de forma habitual (más del 50% de las veces) todos los aspectos incluidos en el estudio a la hora de comprar el pescado, especialmente la fecha de caducidad y la especie (Figura 49).

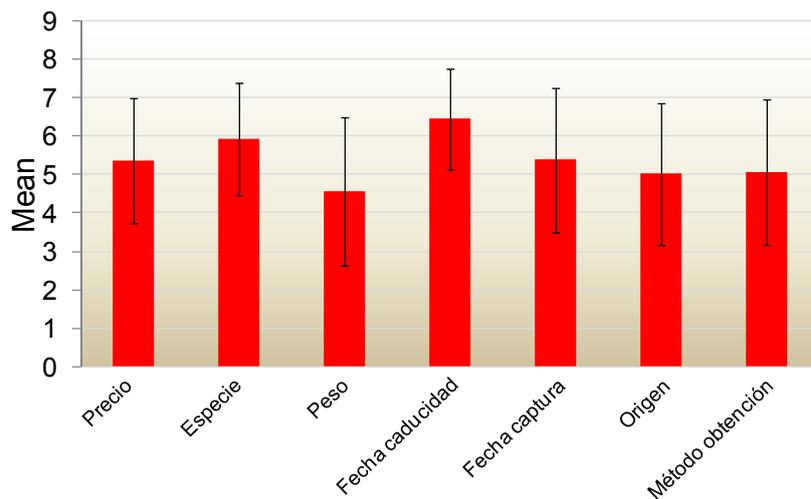


Figura 49. Valores medios del uso de la información disponible sobre pescado en el momento de la compra

La edad se identificó como el factor sociodemográfico con mayor influencia en la lectura de la información (Tabla 22). Concretamente cuanto mayor era la edad de los consumidores mayor era el impacto del peso, la fecha de caducidad, la fecha

de captura, la zona de origen y el método de obtención en la decisión de compra del pescado. También se observaron algunas diferencias en función del nivel de estudios y del género. Los consumidores con estudios superiores consideraban menos frecuentemente la información relativa a la especie y al peso del pescado que los consumidores con estudios medios y básicos y los hombres consideraban más frecuentemente la fecha de caducidad que las mujeres.

Tabla 22. Influencia del género, la edad y el nivel educativo en el uso de la información sobre pescado disponible en el momento de la compra

| | | Precio | Especie | Peso | Fecha caducidad | Fecha captura | Zona origen | Método obtención |
|-----------------------|-------------------|--------|---------|------|-----------------|---------------|-------------|------------------|
| Género | Hombres | 5,4 | 6 | 4,6 | 6,6a | 5,4 | 5 | 5,1 |
| | Mujeres | 5,3 | 5,9 | 4,5 | 6,1b | 5,3 | 5,1 | 5,1 |
| Edad | ≤ 25 | 5,3 | 6,1a | 4,0c | 6,2b | 5,1b | 4,8b | 4,7b |
| | 26-50 | 5,3 | 6,0ab | 4,5b | 6,4ab | 5,4ab | 4,9b | 4,9b |
| | 51-70 | 5,4 | 5,8b | 5,0a | 6,6a | 5,5a | 5,4a | 5,6a |
| Nivel Estudios | Básicos | 5,3 | 6,1a | 4,9a | 6,4 | 5,4 | 5,2 | 5,3a |
| | Medios | 5,4 | 6,0a | 4,5a | 6,4 | 5,4 | 5 | 5,1a |
| | Superiores | 5,4 | 5,6b | 4,3b | 6,5 | 5,4 | 4,9 | 4,8b |

a-c en la misma columna indican diferencias significativas entre medias ($p < 0,05$)

El análisis de conglomerados (Figura 50) permitió determinar la existencia de dos grupos de consumidores los cuales se diferenciaban principalmente por la frecuencia en la que tenían en cuenta la fecha de captura, la zona de origen y el método de obtención. Sin embargo los datos sociodemográficos incluidos en el estudio no permitieron caracterizar los segmentos de consumidores obtenidos.

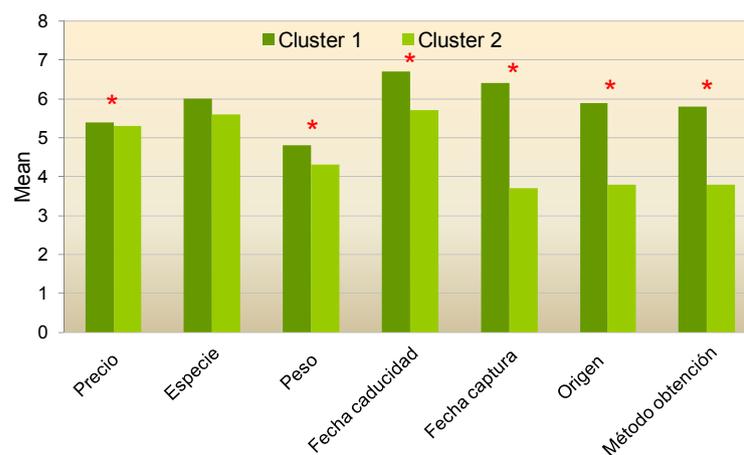


Figura 50. Valores medios del uso de la información disponible sobre pescado en el momento de la compra para cada grupo de consumidores obtenido mediante el análisis de conglomerados

Aunque los consumidores mostraron tener en cuenta la información disponible en el momento de la compra del pescado, probablemente las recomendaciones que les ofrece el pescadero tienen un mayor efecto en la decisión de compra del producto.

Análisis conjunto

A continuación se presenta la importancia y la utilidad que cada uno de los factores valorados en el análisis conjunto (calidad, zona de origen, método de obtención y precio) tuvo para los participantes en el estudio. Los resultados generales (Tabla 23) muestran que el factor más importante fue la zona de origen del pescado. El resto de factores tuvieron una importancia moderada similar. Considerando que valores más elevados de utilidad indican una mayor preferencia por parte de los consumidores, el pescado preferido por los consumidores españoles fue el pescado salvaje, fresco, capturado en España a 6-12 €/kg.

Tabla 23. Utilidades para cada nivel e importancia relativa para cada factor incluido en el análisis conjunto

| Factor | Niveles | Utilidades | Importancia relativa |
|---------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Zona de origen | España | 1,7396 | 42,96% |
| | Noruega | -0,7122 | |
| | Marruecos | -1,0275 | |
| Calidad | fresco | 0,6765 | 20,58% |
| | congelado | -0,6765 | |
| Precio | 6 €/kg | 0,4264 | 19,31% |
| | 12 €/kg | 0,4168 | |
| | 18 €/kg | -0,8432 | |
| Método de obtención | extractiva | 0,5918 | 18,01% |
| | acuicultura | -0,5918 | |

Intercept 4,9707. Valores más elevados de utilidad indican una mayor preferencia

El análisis de conglomerados permitió distinguir cinco grupos de consumidores en función de sus preferencias y la importancia relativa que otorgaron a cada uno de los factores estudiados (Tabla 24). Aunque estos no se pudieron caracterizar en función de los datos sociodemográficos de los consumidores agrupados en cada uno de ellos, esta información constituye una información de gran valor a la hora de diseñar las estrategias de marketing y las políticas de promoción de la acuicultura a aplicar en cada segmento detectado.

Tabla 24. Utilidades para cada nivel e importancia relativa para cada factor para cada grupo de consumidores

| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 | |
|---------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| N (%) | 243 (26,7) | 179 (19,6) | 113 (12,4) | 149 (16,3) | 228 (25,0) | |
| r² | 0,77 | 0,43 | 0,88 | 0,63 | 0,45 | |
| Importancia relativa (%) | Zona origen | 27,4 | 55,7 | 55,9 | 32,6 | 25,7 |
| | Método obtención | 27,3 | 7,0 | 15,7 | 29,6 | 4,7 |
| | Calidad | 23,6 | 24,1 | 10,66 | 11,0 | 4,8 |
| | Precio | 21,7 | 13,2 | 17,8 | 26,9 | 64,7 |
| Utilidades | España | 1,7338 | 1,8602 | 2,6159 | 1,8214 | 0,9159 |
| | Noruega | -0,7917 | -0,1254 | 0,0258 | -0,9580 | -0,6300 |
| | Marruecos | -0,9421 | -1,7348 | -2,6418 | -0,8634 | -0,2860 |
| | Salvaje | 1,3334 | -0,2259 | 0,7376 | 1,2574 | 0,1419 |
| | Crianza | -1,3334 | 0,2259 | -0,7376 | -1,2574 | -0,1419 |
| | Fresco | 1,1486 | 0,7778 | 0,5007 | 0,4664 | 0,1453 |
| | Congelado | -1,1486 | -0,7778 | -0,5007 | -0,4664 | -0,1453 |
| | 6 €/kg | -0,7913 | 0,5136 | -0,3344 | -0,2886 | 1,8795 |
| | 12 €/kg | 1,3203 | -0,1790 | 1,0067 | 1,2880 | 0,1286 |
| | 18 €/kg | -0,5290 | -0,3346 | -0,6723 | -0,9994 | -2,0081 |
| Intercept | 5,0593 | 4,6642 | 5,0790 | 5,2629 | 4,9974 | |

Los resultados obtenidos por cada una de las CCAA estudiadas se presentan a continuación (desde la Figura 51 hasta la 56). En la Figura 51 se observa que entre todos los aspectos valorados la calidad del pescado (fresco o congelado) tiene una importancia de entre el 16,79 y el 24,20%. Los consumidores de las CCAA de Andalucía y Madrid fueron los que más importancia dieron a este aspecto y Cantabria y Murcia las que menos.

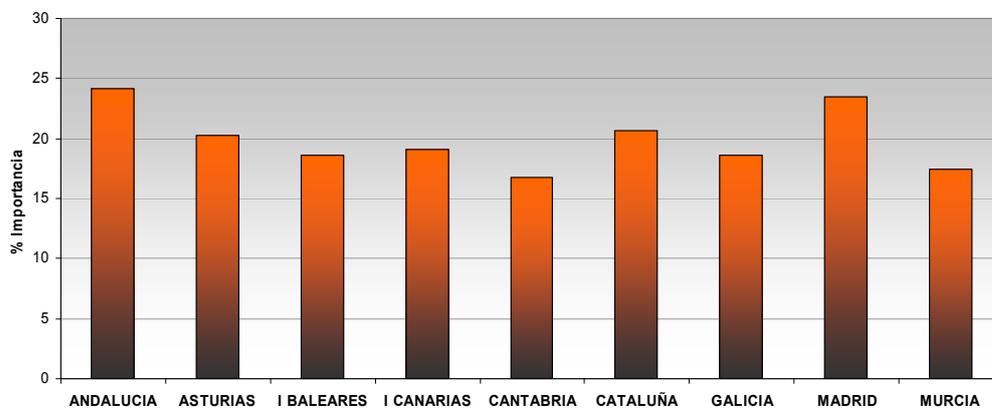


Figura 51. Importancia de la calidad (%) del pescado para los consumidores de las Comunidades Autónomas estudiadas

El origen del pescado fue el aspecto que mayor importancia tuvo entre los consumidores (Figura 52). Concretamente, las Islas Canarias fue la CCAA que otorgó una menor importancia a este aspecto (34,88%) y las Islas Baleares y Cantabria las que mayor importancia otorgaron a la zona de origen del pescado (superiores a 50%).

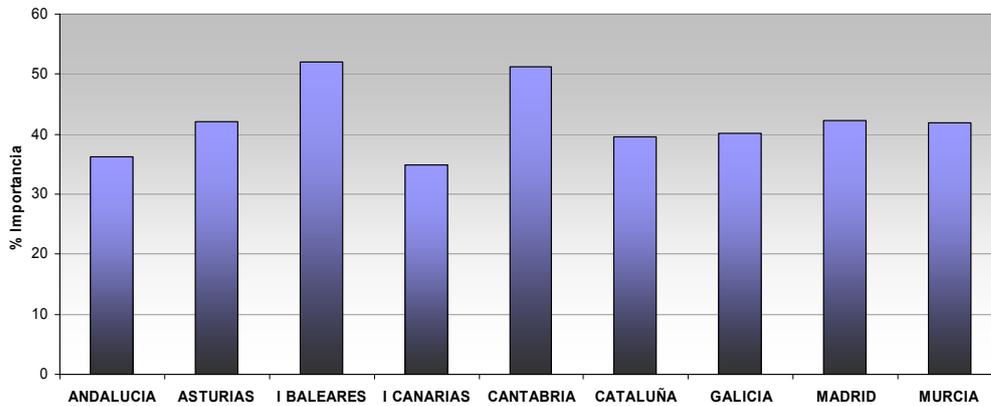


Figura 52. Importancia del origen (%) del pescado para los consumidores de las Comunidades Autónomas estudiadas

En el caso del método de obtención del pescado (Figura 53) (pesca extractiva o acuicultura) se observa que las Islas Canarias (27,03%) fue la CCAA que mayor importancia dio a este aspecto y las Islas Baleares y Cantabria las que menos (11,5%).

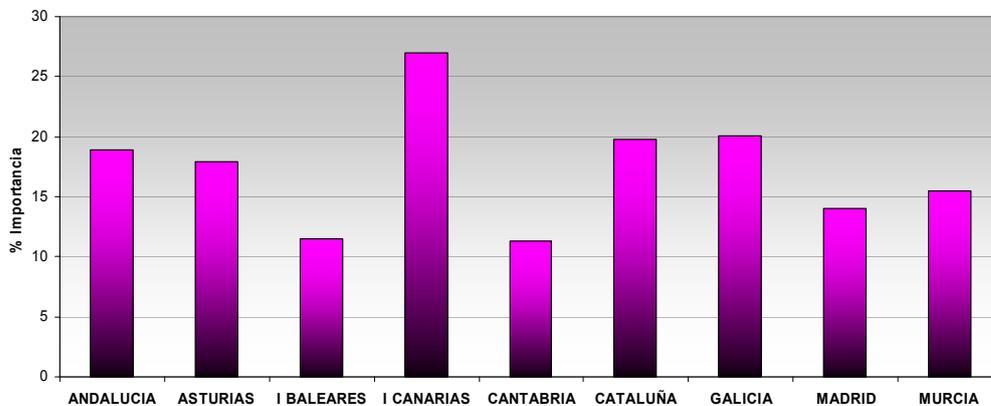


Figura 53. Importancia del método de obtención del pescado (%) del pescado para los consumidores de las Comunidades Autónomas estudiadas

En la Figura 54 se observa que el precio tiene una importancia similar para todas las CCAA estudiadas. Las Islas Canarias fue la que menor importancia dio a este aspecto (17,88%) y Murcia la que mayor (25,10%).

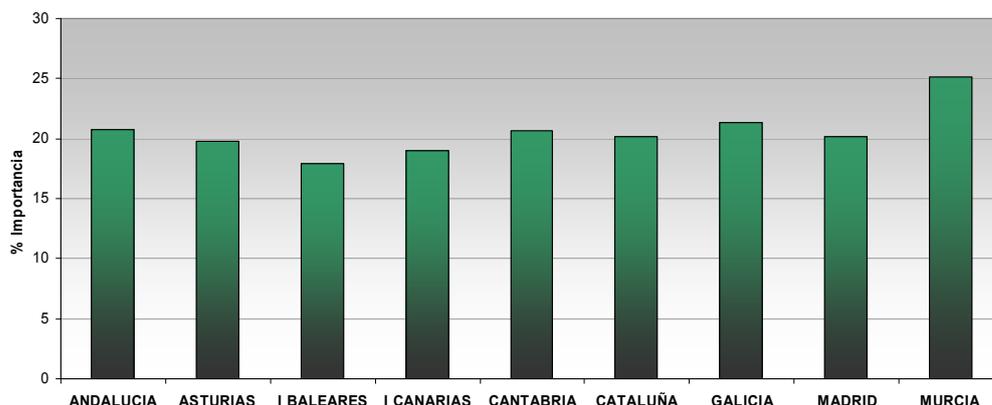


Figura 54. Importancia del precio (%) del pescado para los consumidores de las Comunidades Autónomas estudiadas

En cuanto a la preferencia de los consumidores por cada nivel dentro de cada factor estudiado el pescado fresco de pesca extractiva proporcionó, de forma generalizada, una mayor utilidad a los consumidores de todas las CCAA.

Por lo que se refiere al origen del pescado (Figura 55) se observa que los consumidores prefieren en primer lugar y de modo destacable el pescado capturado en nuestro país. A continuación los consumidores de la mayoría de las CCAA exceptuando Andalucía y las Islas Canarias prefieren el pescado de Noruega al de Marruecos. Probablemente este resultado se deba a la proximidad geográfica entre estas dos CCAA y el norte de África.

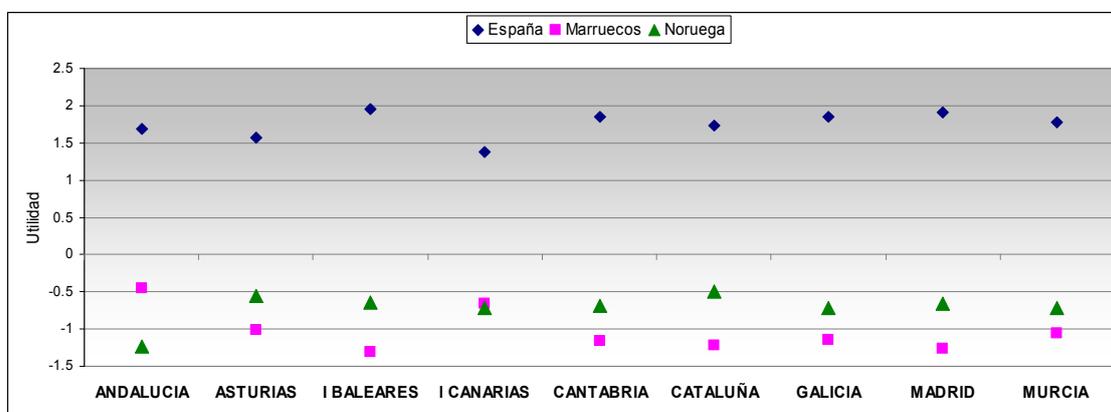


Figura 55. Utilidad que los distintos orígenes (España, Marruecos y Noruega) proporcionan a los consumidores de las CCAA estudiadas

En el caso del precio (Figura 56), el precio más elevado (18€/kg) fue el que menor utilidad proporcionó a los consumidores. Por lo que se refiere a los precios de 6€/kg y 12 €/kg se observa que mientras en algunas CCAA los consumidores prefieren el más económico (Andalucía, Cantabria y Murcia) en otras, probablemente por la importancia de la relación calidad/precio para este producto, se prefiere el precio intermedio (Asturias, Cataluña, Galicia y Madrid). Los

consumidores de las Islas Baleares y las Islas Canarias mostraron una preferencia parecida por el pescado de 6€/kg y 12 €/kg.

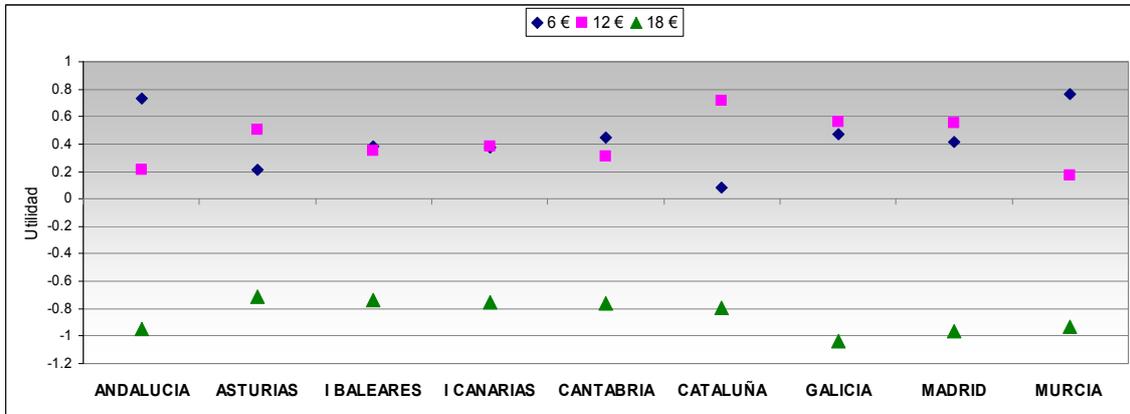


Figura 56. Utilidad que los distintos precios (6€/kg, 12€/kg, 18€/kg) proporcionaron a los consumidores de las CCAA estudiadas

ACEPTACIÓN DEL PESCADO DE CRIANZA

Degustación a ciegas

La figura 57 muestra los resultados medios de aceptabilidad obtenidos en la evaluación a ciegas (sin información) de las distintas muestras para las diez CCAA. En todas las especies, excepto en el caso del besugo, se observaron diferencias estadísticas entre orígenes. Así se prefirió el pescado de cultivo (P) frente al pescado salvaje (S) en todas las especies estudiadas.

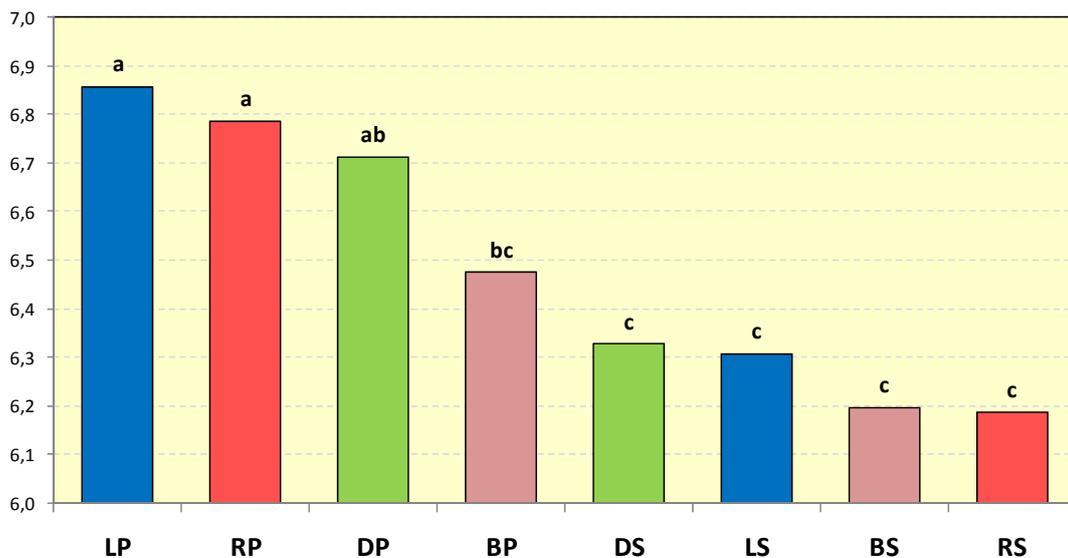


Figura 57. Aceptabilidad global a ciegas de ambos orígenes para las cuatro especies (LP, RP, DP, BP: lubina, rodaballo, dorada y besugo de crianza; LS, RS, DS, BS: lubina, rodaballo, dorada y besugo salvajes).

Globalmente, y con independencia del origen de los animales, la especie más aceptada fue la lubina, seguida de la dorada y el rodaballo. La especie peor valorada fue el besugo (Tabla 25). De todas formas, estas diferencias fueron significativas únicamente entre la lubina y la dorada con el besugo.

Tabla 25. Aceptabilidad media de las cuatro especies.

| Categoría | Media estimada | Grupos |
|-----------|----------------|--------|
| Lubina | 6,569 | A |
| Dorada | 6,506 | A |
| Rodaballo | 6,472 | A B |
| Besugo | 6,322 | B |

Especies en grupos distintos indican diferencias estadísticamente significativas en cuanto a aceptabilidad

La diferencia de aceptabilidad entre orígenes fue especialmente relevante para el rodaballo, siendo menos importante y no significativa en el caso del besugo (Figura 58).

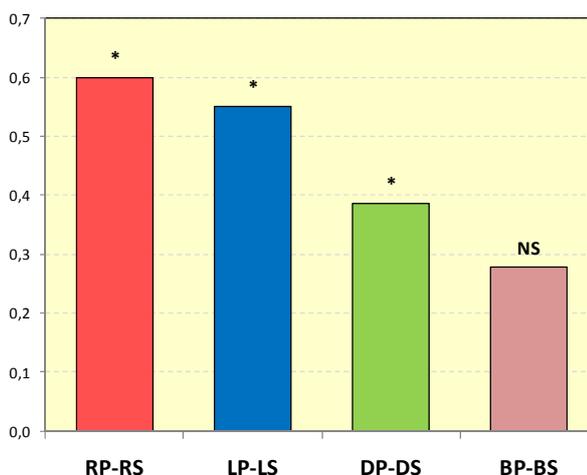


Figura 58. Diferencia de aceptabilidad entre las muestras de ambos orígenes a ciegas (LP, RP, DP, BP: lubina, rodaballo, dorada y besugo de crianza; LS, RS, DS, BS: lubina, rodaballo, dorada y besugo salvajes).

En cuanto al origen y de forma global (para todas las especies animales en conjunto), se prefirió claramente el pescado de cultivo frente al salvaje (Tabla 26).

Tabla 26. Aceptabilidad media global de ambos orígenes.

| Categoría | Media estimada | Grupos |
|-----------|----------------|--------|
| Cultivo | 6,694 | A |
| Salvaje | 6,241 | B |

El análisis por CCAA mostró algunas diferencias entre comunidades tanto en lo que respecta a la aceptabilidad de las distintas especies (Figura 59) como a la magnitud de las diferencias entre los dos orígenes estudiados (Figura 60). Así, por ejemplo, el besugo fue la especie mejor valorada en Canarias y en Murcia y la que mostró una aceptabilidad más baja en Galicia y en el País Vasco. El pescado de cultivo fue mejor valorado que el salvaje en todas las CCAA, aunque en algunas de ellas estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Galicia y Madrid) (Figura 60).

Efecto de la información proporcionada a los consumidores sobre las muestras a degustar

Todos los resultados que se presentan a continuación hacen referencia únicamente a las CCAA de Madrid, País Vasco y Cataluña.

En la figura 61 se presenta la aceptabilidad de cada una de las especies de ambos orígenes con información. Contrariamente a los resultados obtenidos a ciegas, los participantes mostraron una mayor preferencia por el pescado salvaje independientemente de la especie. También y contrariamente a los resultados obtenidos a ciegas, la diferencia de aceptabilidad entre orígenes fue especialmente importante para el besugo siendo menos importante y no significativa en el caso del rodaballo (Figura 62).

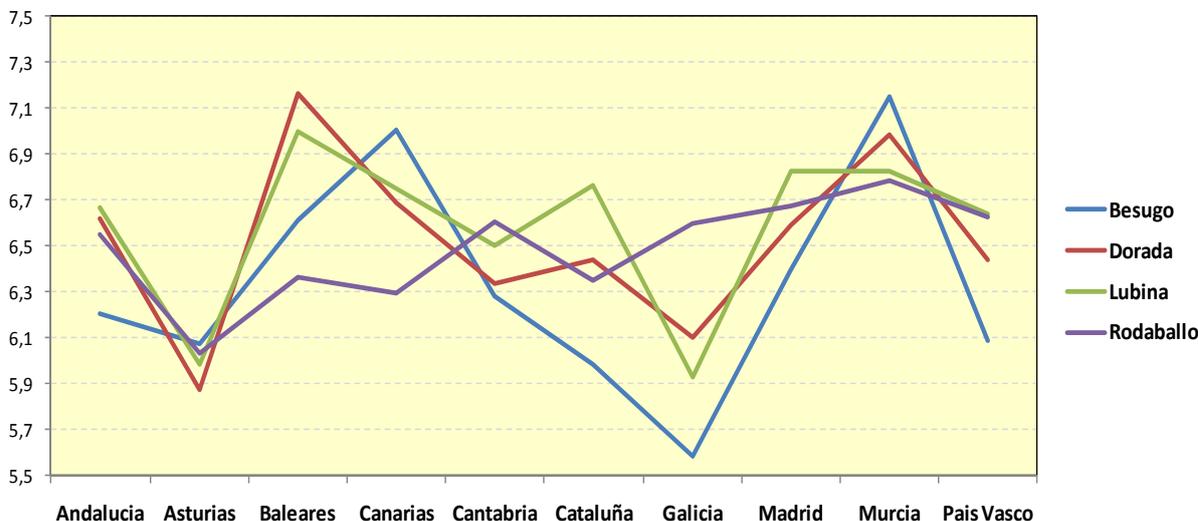


Figura 59. Aceptabilidad de las distintas especies por CCAA.

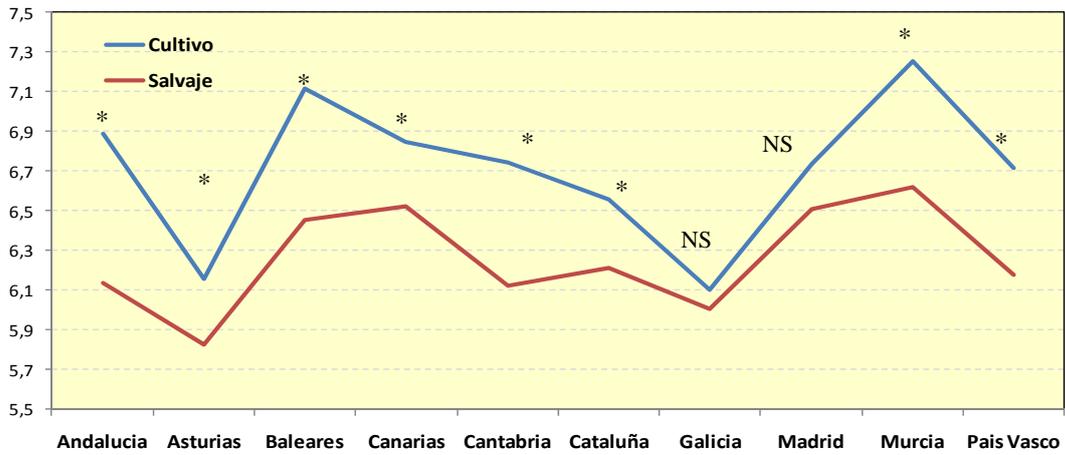


Figura 60. Aceptabilidad global de ambos orígenes por CCAA.

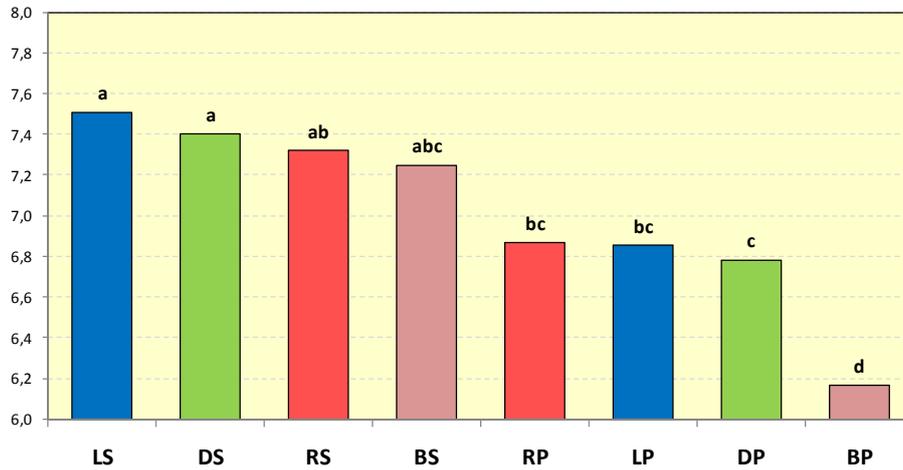


Figura 61. Aceptabilidad de ambos orígenes para las cuatro especies con información.

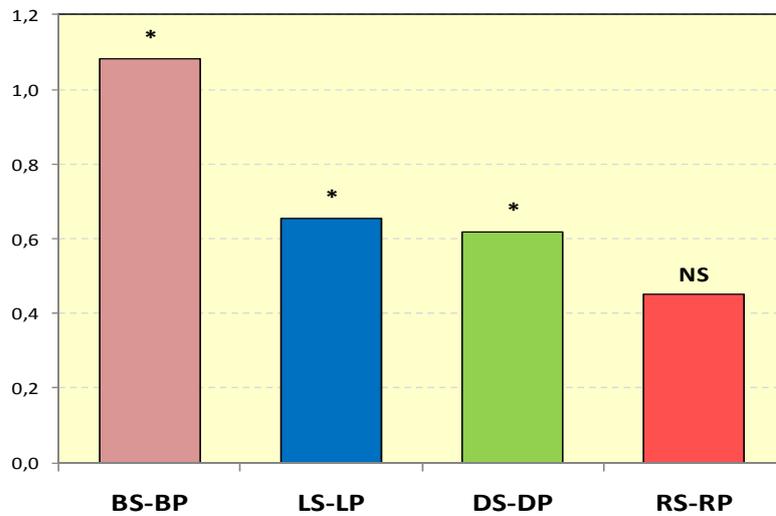


Figura 62. Diferencia de aceptabilidad entre las muestras de ambos orígenes para las cuatro especies con información

En la figura 63 se presenta la aceptabilidad global del pescado de cultivo y el pescado salvaje a ciegas y con información. Mientras, la aceptabilidad global del pescado de cultivo fue similar en ambos casos, la del pescado salvaje fue mayor cuando la degustación se realizó con información.

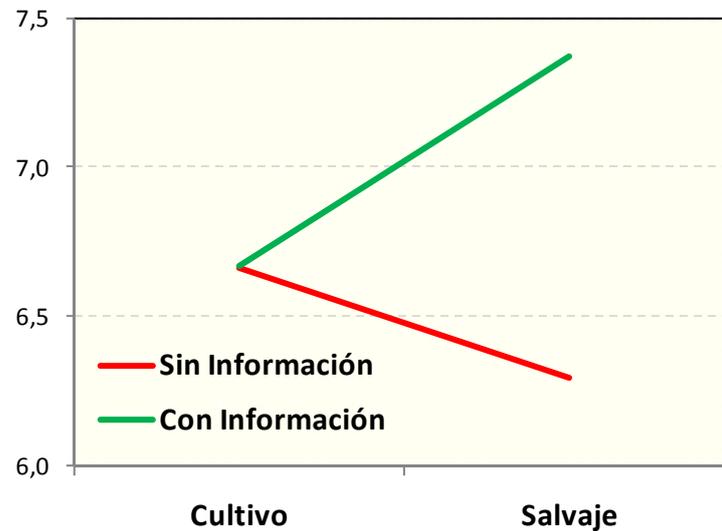


Figura 63. Aceptabilidad global del pescado de cultivo y el pescado salvaje a ciegas y con información

En la figura 64 se observa que la aceptabilidad global de las cuatro especies fue mayor con información que a ciegas.

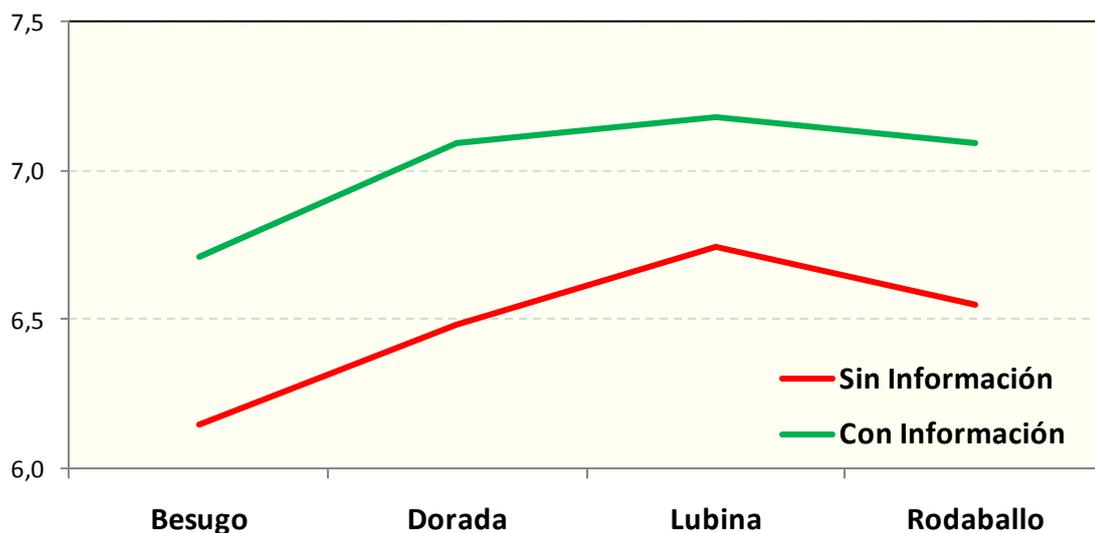


Figura 64. Aceptabilidad global de las cuatro especies a ciegas y con información

La aceptabilidad global del pescado de cultivo y del pescado salvaje por CCAA se presenta en la figura 65. En esta se observa que en las tres CCAA la aceptación del pescado salvaje fue mayor en la degustación con información. A ciegas, la

aceptabilidad del pescado salvaje fue menor que la del pescado de cultivo. Es de destacar que en la CCAA de Madrid la aceptabilidad del rodaballo a ciegas y con información fue muy similar (Figura 66).

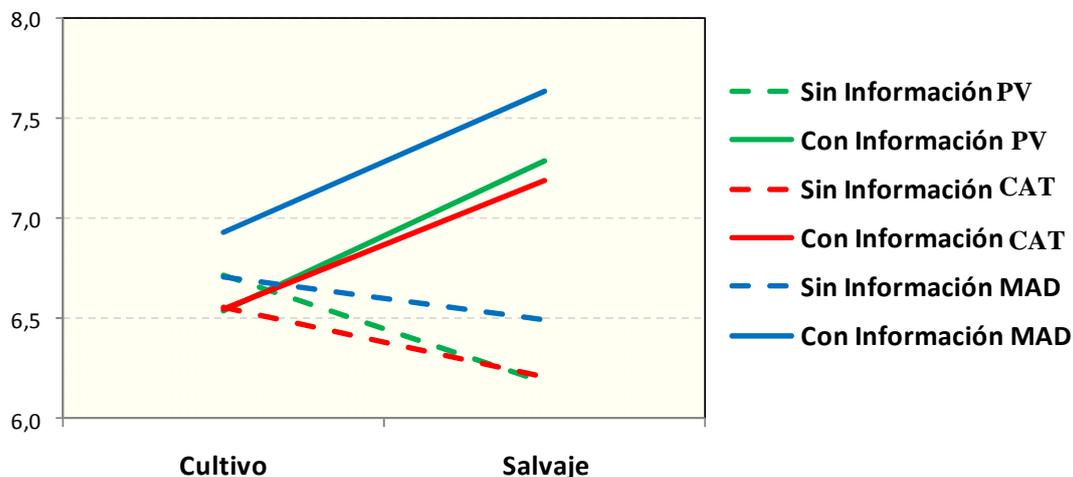


Figura 65. Aceptabilidad global del pescado de cultivo y el pescado salvaje a ciegas y con información para las tres CCAA (PV: País Vasco, CAT: Cataluña, MAD: Madrid)

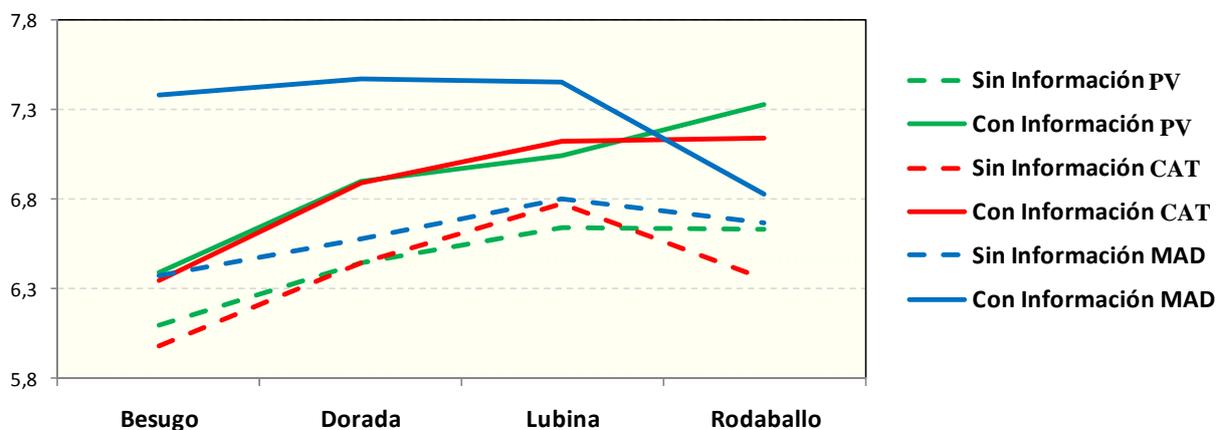


Figura 66. Aceptabilidad global de las cuatro especies a ciegas y con información para las tres CCAA (PV: País Vasco, CAT: Cataluña, MAD: Madrid)

En la figura 67 se muestra la diferencia de aceptabilidad entre las muestras de ambos orígenes (aceptabilidad salvaje – aceptabilidad cultivo). Con información, la diferencia entre la aceptabilidad del pescado salvaje y del pescado de cultivo fue estadísticamente significativa para el besugo, la dorada y la lubina (Figura 67). A ciegas, esta fue significativa para la lubina, la dorada y el rodaballo. Es de destacar que la diferencia entre la aceptabilidad del besugo y de la dorada de ambos orígenes fue menor a ciegas que con información.

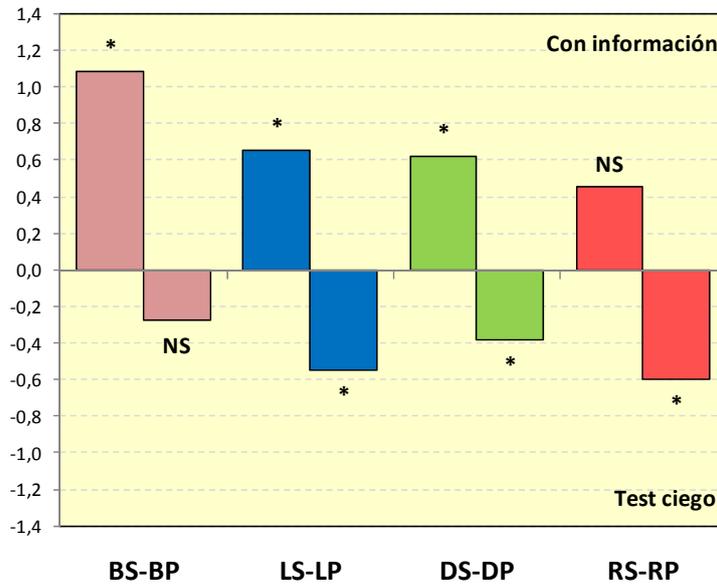


Figura 67. Efecto de la información en la diferencia de aceptabilidad entre las muestras de ambos orígenes (salvaje-cultivo) para las cuatro especies. Los valores con información son los obtenidos en 3 CCAA. Los valores del test ciego (sin información) son los obtenidos en las 10 CCAA,

Los resultados obtenidos muestran la existencia de diferencias sensoriales entre ambos orígenes para todas las especies excepto para el besugo cuando se evalúan sin información. Dichas diferencias son especialmente significativas en el caso del rodaballo. También se observaron claras diferencias en la aceptabilidad de las distintas especies en función de la CCAA.

Informar a los consumidores sobre la especie degustada incrementa su aceptabilidad. Además, aunque con información se valora mejor el pescado salvaje, a ciegas el pescado de cultivo es más apreciado sensorialmente. Este hecho sugiere buenas expectativas para el sector acuícola. Así si bien no parece necesario mejorar la calidad sensorial del pescado de crianza, sí que es preciso mejorar la imagen del pescado de crianza entre los consumidores.

Objetivo 2.

ANÁLISIS SENSORIALES

Dorada

Los resultados obtenidos por los tres paneles para el estudio de la dorada muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) según el origen para la intensidad del olor marino, la del olor aceitoso, el color, el brillo, el color del exudado, la intensidad del sabor propio, la del sabor marino, la del sabor aceitoso, la firmeza, la jugosidad, la masticabilidad y el carácter graso (Tabla 27). No se han detectado diferencias significativas en la intensidad del olor propio, la estructura laminar ($p = 0.10$), la persistencia ($p = 0.086$) y la adherencia ($p = 0.175$).

Tabla 27. Valores medios obtenidos para cada atributo para la dorada salvaje y cultivada.

| | | Olor | | | | |
|-----------|--|------------------------|------------|-----------------|-----------------|------------|
| | | Intensidad del propio | Marino* | Aceitoso* | | |
| Salvaje | | 5.67±0.07 | 4.56±0.10 | 3.37±0.13 | | |
| Cultivada | | 5.57±0.07 | 3.90±0.10 | 3.83±0.13 | | |
| | | Apariencia | | | | |
| | | Color* | Brillo* | Estrc. laminar | Exudado* | |
| Salvaje | | 5.45±0.10 | 5.41±0.08 | 5.81±0.09 | 4.85±0.12 | |
| Cultivada | | 6.40±0.10 | 6.25±0.08 | 6.01±0.09 | 4.27±0.12 | |
| | | Sabor | | | | |
| | | Intensidad del propio* | Marino* | Aceitoso* | Persistencia | |
| Salvaje | | 5.91±0.07 | 4.79±0.10 | 3.51±0.13 | 5.46±0.08 | |
| Cultivada | | 5.60±0.07 | 4.01±0.10 | 3.93±0.13 | 5.27±0.08 | |
| | | Textura | | | | |
| | | Firmeza* | Jugosidad* | Masticabilidad* | Carácter graso* | Adherencia |
| Salvaje | | 5.83±0.08 | 5.14±0.07 | 5.46±0.08 | 3.80±0.13 | 5.61±0.09 |
| Cultivada | | 4.99±0.08 | 5.65±0.07 | 4.83±0.08 | 4.32±0.13 | 5.44±0.09 |

Los datos corresponden a la media \pm error estándar de las puntuaciones dadas por los tres paneles para cada atributo. Con un * se marcan los atributos que muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) para ambos orígenes.

El análisis de componentes principales establece dos factores que explican el 44 y el 11% de la varianza (Tabla 28). Para facilitar la interpretación de los resultados estadísticos iniciales se han rotado los factores mediante el método VARIMAX, con el fin de que las cargas en unos factores sean máximas y mínimas en otros. En el factor 1 los atributos intensidad del olor propio, Intensidad del olor marino, la intensidad del sabor propio y la intensidad del sabor marino tienen cargas o

ponderaciones factoriales significativas, el resto de variables presenta valores muy bajos no significativos. En el factor 2 los atributos que tienen cargas significativas son color y brillo.

Tabla 28. Análisis factorial. Extracción de factores mediante el análisis de componentes principales. Factores rotados mediante el método Varimax normalizado. Carga o ponderación factorial marcada >0.7.

| | Factor 1 | Factor 2 |
|---------------------------------|-----------|-----------|
| Intensidad del olor propio | 0.730381 | 0.249243 |
| Olor marino | 0.752723 | 0.175084 |
| Olor aceitoso | 0.513428 | 0.491146 |
| Color | -0.009897 | 0.826905 |
| Brillo | -0.012870 | 0.865661 |
| Estructura laminar | 0.437642 | 0.545015 |
| Exudado | 0.688494 | 0.215324 |
| Intensidad del sabor propio | 0.701611 | 0.307376 |
| Sabor marino | 0.714896 | 0.253701 |
| Sabor aceitoso | 0.427570 | 0.465023 |
| Persistencia del gusto residual | 0.629349 | 0.417291 |
| Firmeza | 0.807010 | -0.106142 |
| Jugosidad | 0.407534 | 0.612739 |
| Masticabilidad | 0.698973 | 0.130222 |
| Carácter graso | 0.508668 | 0.506915 |
| Adherencia | 0.603521 | 0.137149 |

El cluster basado en las distancias euclídeas de la distribución de frecuencias construye un dendograma (Figura 68) en el que podríamos agrupar los atributos de intensidad del propio (intensidad del sabor y olor propio y persistencia del sabor residual) por un lado; olor y sabor marino en otro grupo; la firmeza, masticabilidad y adherencia; el olor y sabor aceitoso con el carácter graso y, en otro grupo, color y brillo.

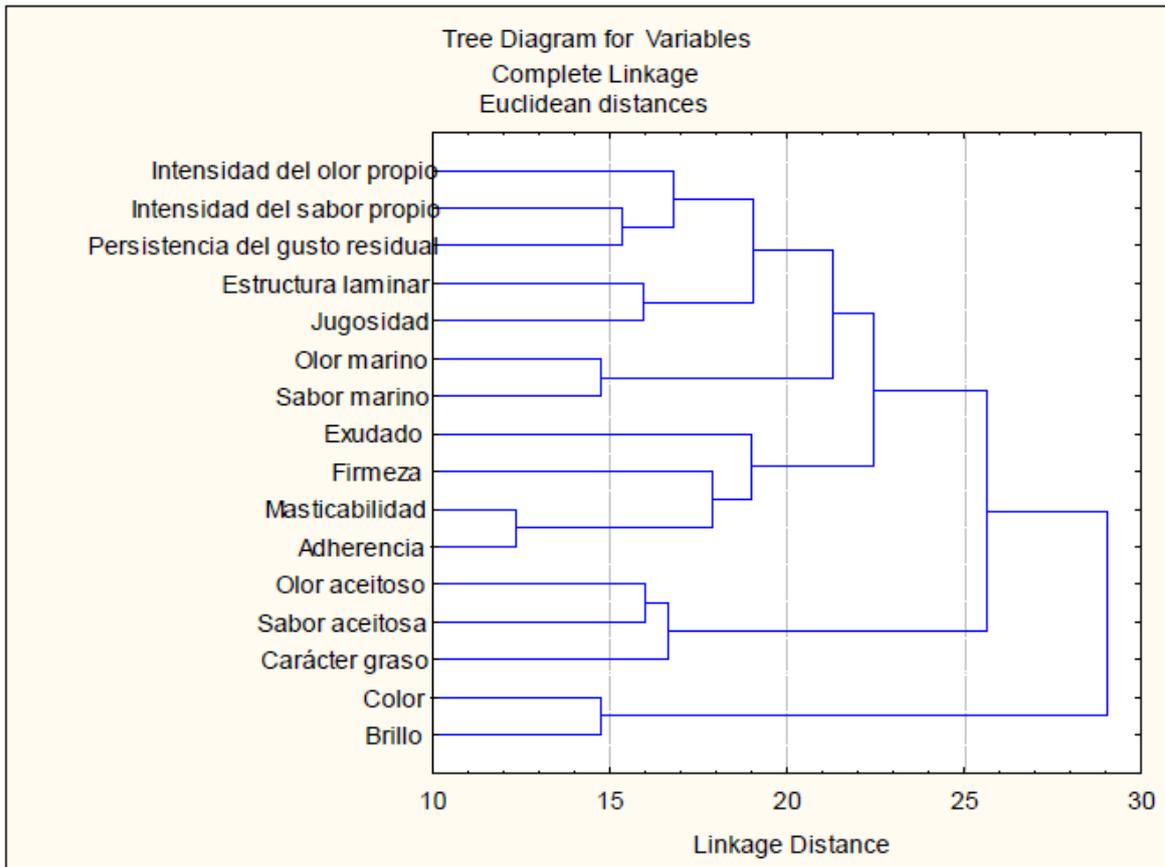


Figura 68. Análisis cluster para agrupar los atributos a partir de las distancias euclídeas de la distribución de frecuencias de la valoración de los mismos para los dos orígenes de la dorada.

Por último comentar que el efecto panel es significativo en todos los casos, lo que indica una utilización diferente de la escala. Pero las diferencias detectadas para los diferentes atributos entre los distintos paneles son bastante homogéneas, apreciándose un relativamente alto grado de coherencia entre los tres paneles.

Lubina

De los 15 atributos incluidos en el perfil sensorial de la lubina, sólo se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en tres, la intensidad global de olor, el flavor marino y la textura adherente del filete al pegarse a las piezas dentales durante la masticación. En los tres primeros la mayor intensidad fue para los individuos procedentes de pesca extractiva mientras que para el último la mayor adherencia la presentaron los filetes del pescado de crianza. En la figura 69 se muestra que atributos son preponderantes a la hora de separar las muestras según el origen (P-pesca extractiva y C-crianza) considerándose además los tres paneles que han participado en las valoraciones. Además de las diferencias ya reseñadas, destacar una tendencia a un flavor aceitoso en los animales de crianza así como una textura más firme para los provenientes de pesca extractiva.

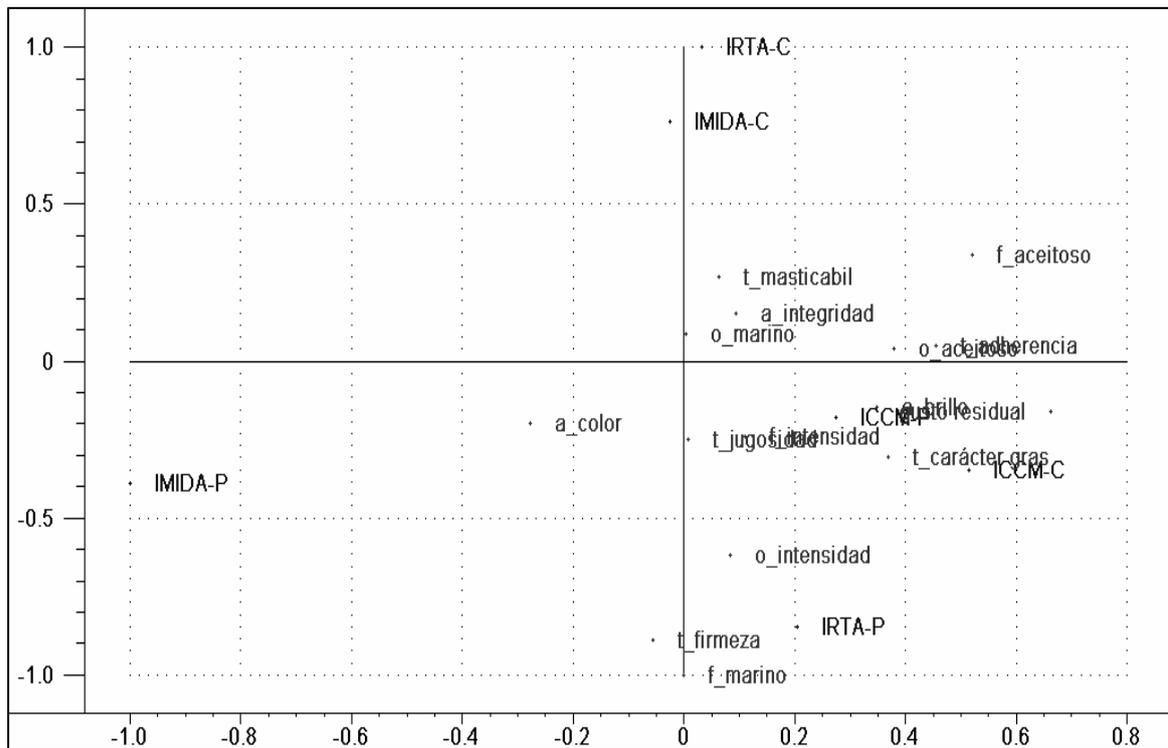


Figura 69. Análisis factorial de los descriptores del perfil sensorial de lubina (C-pescado de crianza y P-pescado de pesca extractiva)

Besugo

Para el caso del besugo, se han detectado diferencias significativas ($p < 0.05$) según el origen para la intensidad del olor propio, la del olor a marisco y la del olor aceitoso, el color, el brillo, la integridad de la estructura laminar, la intensidad del sabor propio, la del sabor a marisco, la del sabor aceitoso, el dulzor, la aspereza, la persistencia del gusto residual, la jugosidad, la masticabilidad, el carácter graso y la adherencia (Figura 70). Así, el origen del besugo parece tener una importante influencia sobre sus características organolépticas. El besugo salvaje presenta una mayor intensidad de olor y sabor a marisco, es más blanco y más jugoso. Mientras que besugo cultivado tiene un carácter graso más marcado que le confiere una mayor intensidad de olor y sabor aceitoso y una cierta adherencia. El besugo cultivado también presenta una mayor intensidad tanto de olor como de sabor propios.

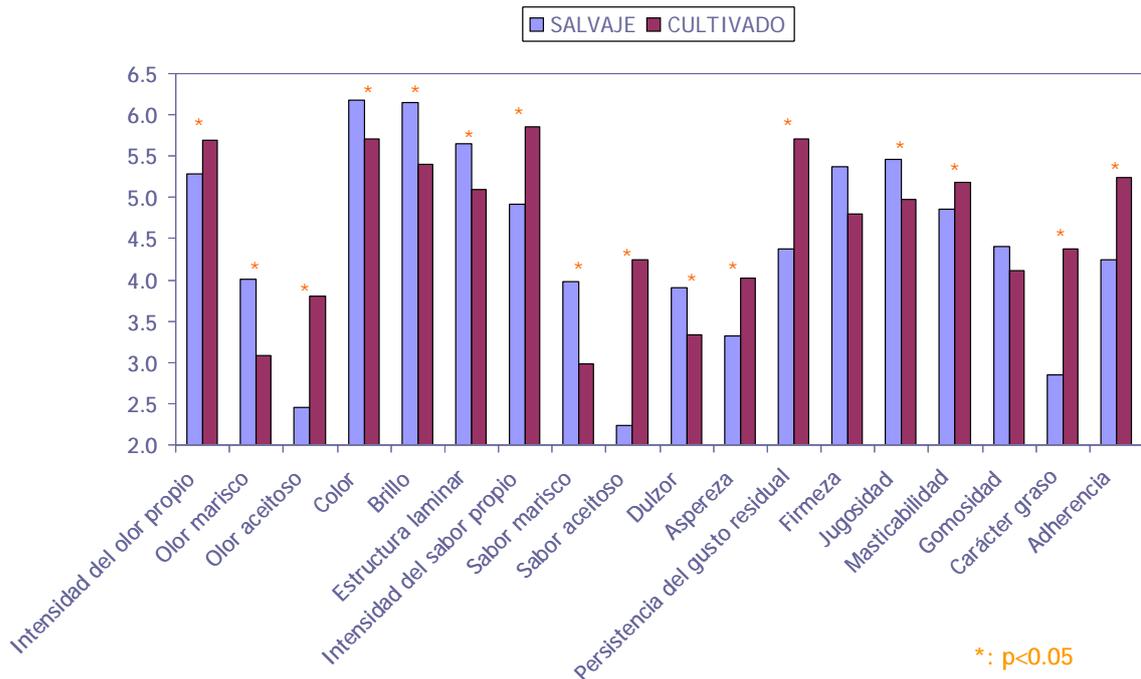


Figura 70. Valores medios obtenidos para cada atributo para el besugo salvaje y cultivado. Diferencias entre los mismos (* = $p < 0.005$)

Rodaballo

Como se puede apreciar en la Tabla 29, de los 19 atributos que definen el perfil del rodaballo, sólo en 8 se han detectado diferencias estadísticamente significativas. No han sido tantas como las encontradas cuando se comparan besugos de crianza y de pesca extractiva, pero si en mayor medida que para la comparación de lubinas de esos dos orígenes.

Es de destacar que los evaluadores han percibido las diferencias en olor y flavor marino a favor del rodaballo de pesca, a pesar de que la intensidad global tanto del olor como del flavor no han sido diferentes atendiendo al origen. Estos son precisamente los atributos con mayor responsabilidad para separar ambos orígenes cuando se hace un análisis factorial (Figura 71).

Ello no quiere decir que las diferencias en otros atributos no sean trascendentes, cuando menos son significativas. En los parámetros de textura es reseñable la mayor firmeza y mayor número de masticaciones que requiere el pescado de crianza para poder ser deglutido. Y en el flavor una mayor sensación aceitosa, hecho que se liga a más tiempo de permanencia del sabor tras la deglución así como mayor sensación grasa, carácter graso, en la boca.

Tabla 29. Valores medios para los atributos evaluados en rodaballo salvaje y de crianza, así como los efectos del factor origen y el factor panel.

| | | <i>Salvaje</i> | <i>Crianza</i> | <i>P-value</i> | | |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| | | | | <i>Origen</i> | <i>Panel</i> | <i>Org*Pan</i> |
| <i>Olor</i> | Intensidad | 56 | 55 | 0.247 | 0.985 | 0.715 |
| | Marino | 41 | 32 | 0.000 | 0.918 | 0.514 |
| | Aceitoso | 21 | 24 | 0.192 | 0.000 | 0.324 |
| <i>Aspecto</i> | Color | 58 | 63 | 0.001 | 1.000 | 0.215 |
| | Brillo | 61 | 60 | 0.398 | 0.986 | 0.554 |
| | Integridad | 58 | 59 | 0.914 | 0.000 | 0.741 |
| | Exudado | 42 | 41 | 0.776 | 0.948 | 0.013 |
| <i>Flavor</i> | Intensidad | 55 | 58 | 0.145 | 0.714 | 0.063 |
| | Marino | 41 | 33 | 0.000 | 0.971 | 0.711 |
| | Aceitoso | 26 | 35 | 0.000 | 0.567 | 0.578 |
| | Terroso | 15 | 17 | 0.179 | 0.910 | 0.142 |
| | Dulce | 43 | 40 | 0.235 | 0.000 | 0.479 |
| | Gusto residual | 51 | 55 | 0.004 | 0.767 | 0.714 |
| <i>Textura</i> | Firmeza | 56 | 61 | 0.001 | 0.972 | 0.806 |
| | Jugosidad | 49 | 51 | 0.621 | 0.803 | 0.325 |
| | Elasticidad | 47 | 48 | 0.838 | 0.995 | 0.118 |
| | Masticabilidad | 43 | 47 | 0.001 | 0.915 | 0.288 |
| | Adherencia | 33 | 33 | 0.892 | 0.970 | 0.236 |
| | Carácter graso | 29 | 34 | 0.002 | 0.862 | 0.371 |

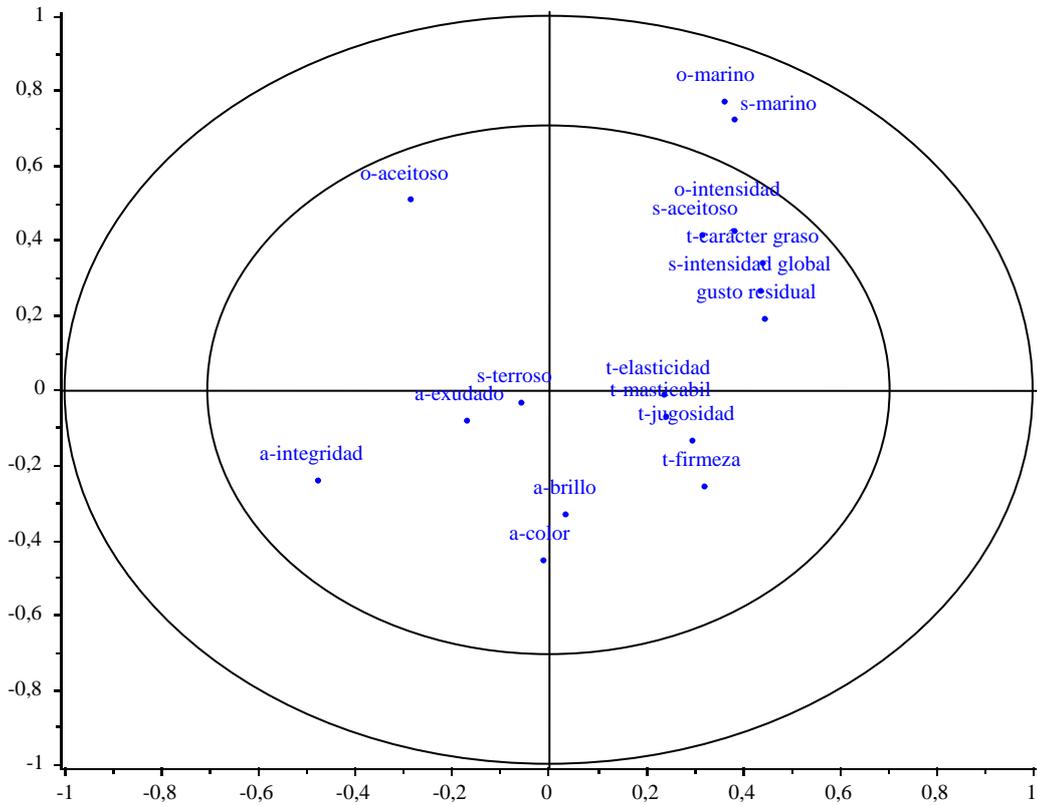


Figura 71. Correlación entre el PC1 y el PC2. Las elipses marcan el 50% y 100% de los límites de la varianza explicada.

ANÁLISIS BIOQUÍMICOS

El extracto de resultados a exponer en este punto se refieren a las analíticas bioquímicas propuestas en el proyecto. De cara a poder visualizar de manera más completa las diferencias entre pescado de pesca extractiva frente a crianza e incluir en dicho capítulo las variaciones debidas al origen y época del año, se ha optado por hacer una presentación conjunta.

Análisis proximal

Para todas las variables evaluadas, contenido en proteína, grasa, humedad y cenizas por unidad de peso de fracción comestible, hay efecto del origen (pesca extractiva frente a crianza), lugar geográfico de cría y época del año dentro de todas las especies (en besugo sólo hay dos tratamientos).

Dentro de las especies con mayor número de tratamientos, dorada y lubina, la variabilidad es muy grande, encontrándose en el mercado productos sensiblemente diferentes.

Así, aunque a priori podría pensarse en una mayor cantidad de grasa de los pescados de crianza, esto no sucede tan claramente, al menos en la dorada. En general tienen menos grasa los de pesca extractiva, pero dependiendo de la época del año llegan incluso a superar a los de crianza. Y si unos de los atributos reflejados como diferentes por el panel son los olores y sabores aceitosos a favor de la crianza (valores más elevados), habrá que introducir en la conclusión a extraer las diferencias en el perfil lipídico. La lubina de acuicultura tiene menos grasa pero no diferente estadísticamente de algunas procedencias de animales de crianza.

Diferente es lo que sucede con el besugo y el rodaballo. En ambas especies, el nivel de grasa en el filete es muy bajo en los individuos de pesca extractiva, y aunque en los de crianza los valores no son muy elevados (algo mayores en el rodaballo), están por el orden de entre tres y cinco veces por encima.

Perfil lipídico

El tipo de ácidos grasos que componen los lípidos del filete de las distintas especies siguen dinámicas muy diferentes entre ellas (Tablas 30 a 33). Así, mientras los niveles de EPA están en rangos de valores parecidos (es especialmente bajo en dorada de pesca extractiva de uno de los dos orígenes testados), el DHA alcanza en el rodaballo y sobre todo en el besugo (en ambos casos para los pescados provenientes de pesca extractiva) niveles muy elevados. Esto afecta a la baja a otros componentes como los monoenoicos, cuyo exponente primordial es el oleico.

Tabla 30. Perfil lipídico en dorada según sistema de producción, zona de crianza y época del año (valores en gramos por cada 100 gramos de grasa).

| origen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| EPA | 4,08ab | 7,34f | 6,34de | 5,80cd | 6,05de | 4,21ab | 3,34a | 6,79ef | 4,95bc | 3,73a |
| DHA | 3,94a | 15,69f | 7,93bc | 6,78ab | 7,83bc | 7,42b | 11,16cd | 8,97bcd | 9,52bcd | 11,98d |
| Saturados | 34,06e | 29,60cd | 24,25ab | 26,89bc | 21,29a | 32,94de | 21,42a | 22,80a | 28,64c | 22,13a |
| Monoenos | 43,86e | 27,61a | 32,72c | 32,78c | 32,33c | 27,88ab | 40,75e | 31,52c | 31,30bc | 36,48d |
| Σ n-3 | 11,75a | 29,04d | 21,95bc | 19,05bc | 22,10bc | 18,22b | 20,47bc | 23,12c | 20,14bc | 22,95c |
| Σ n-6 | 8,04a | 11,79b | 19,47ef | 19,28ef | 22,57g | 19,55ef | 16,35c | 20,83f | 18,31de | 17,45cd |
| Σ n-9 | 29,59e | 17,97a | 23,94cd | 22,30bc | 23,15bc | 20,59b | 30,60e | 23,28bc | 21,56bc | 26,62d |
| Σ n-3 HUFA | 10,41a | 28,00d | 18,63bc | 16,35bc | 18,35bc | 15,12b | 17,87bc | 19,75c | 17,82bc | 20,00c |

Origen: 1-Pesca extractiva de Murcia en otoño-invierno; 2-Pesca extractiva de Andalucía en primavera-verano; 3-Estero de Andalucía; 4-Crianza de Murcia en otoño-invierno; 5-Crianza de Murcia en primavera-verano; 6-Crianza de Andalucía en primavera-verano; 7-Crianza de Cataluña en primavera verano; 8-Crianza de Canarias en primavera-verano; 9-Crianza de Canarias en otoño-invierno; 10-Crianza de Grecia en primavera-verano

Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

Tabla 31. Perfil lipídico en lubina según sistema de producción, zona de crianza y época del año (valores en gramos por cada 100 gramos de grasa).

| origen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| EPA | 7,49bc | 8,75cd | 10,17d | 9,49d | 6,53ab | 8,56cd | 9,59d | 4,97a |
| DHA | 13,76b | 9,69ab | 12,48ab | 7,81a | 13,16b | 10,46ab | 11,50ab | 9,17ab |
| Saturados | 36,50c | 24,20ab | 24,72ab | 25,54ab | 21,87a | 23,62ab | 28,20b | 22,73a |
| Monoenos | 27,14a | 33,11b | 32,89b | 30,13ab | 32,44b | 32,02b | 22,34ab | 37,98c |
| Σ n-3 | 25,44ab | 23,94ab | 28,73b | 22,91ab | 24,83ab | 24,55ab | 26,50b | 20,08a |
| Σ n-6 | 8,80a | 17,49d | 11,93b | 20,29e | 19,43de | 18,49de | 14,24c | 18,09de |
| Σ n-9 | 17,14a | 23,98c | 22,25bc | 21,34bc | 23,42bc | 24,05c | 20,15ab | 28,98d |
| Σ n-3 HUFA | 23,80b | 20,74ab | 25,65b | 19,42ab | 22,07ab | 21,24ab | 23,47b | 16,69a |

Origen: 1-Pesca extractiva de Andalucía en primavera-verano; 2-Estero de Andalucía; 3-Crianza de Murcia en primavera-verano; 4-Crianza de Andalucía en primavera-verano; 5-Crianza de Cataluña en primavera verano; 6-Crianza de Canarias en primavera-verano; 7-Crianza de Canarias en otoño-invierno; 8-Crianza de Grecia en primavera-verano. Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

Tabla 32. Perfil lipídico en rodaballo según sistema de producción y época del año (valores en gramos por cada 100 gramos de grasa).

| origen | Pesca extractiva | Crianza primavera-verano | Crianza otoño-invierno |
|-------------------|------------------|--------------------------|------------------------|
| EPA | 7,86a | 13,04b | 13,54b |
| DHA | 29,66c | 12,24a | 14,96b |
| Saturados | 28,04b | 24,23a | 24,64a |
| Monoenos | 18,35a | 28,46b | 27,73b |
| Σ n-3 | 43,94c | 35,56a | 38,92b |
| Σ n-6 | 9,59a | 14,40c | 11,81b |
| Σ n-9 | 11,52a | 16,81b | 16,02b |
| Σ n-3 HUFA | 42,99c | 30,97a | 34,31b |

Tabla 33. Perfil lipídico en besugo según sistema de producción (valores en gramos por cada 100 gramos de grasa).

| origen | Pesca extractiva | Crianza primavera-verano |
|-------------------|------------------|--------------------------|
| EPA | 3,49 | 5,60 |
| DHA | 39,13 | 9,34 |
| Saturados | 27,63 | 31,35 |
| Monoenos | 13,87 | 30,47 |
| Σ n-3 | 46,42 | 21,00 |
| Σ n-6 | 10,43 | 15,40 |
| Σ n-9 | 9,47 | 22,26 |
| Σ n-3 HUFA | 45,52 | 18,90 |

Perfil de aminoácidos

Apenas se han encontrado diferencias significativas en los perfiles de aminoácidos en relación al sistema de producción, origen geográfico o época del año. En la figura 72 se presentan los resultados obtenidos para la dorada. Cabe destacar los elevados niveles de lisina, aminoácido esencial de especial trascendencia.

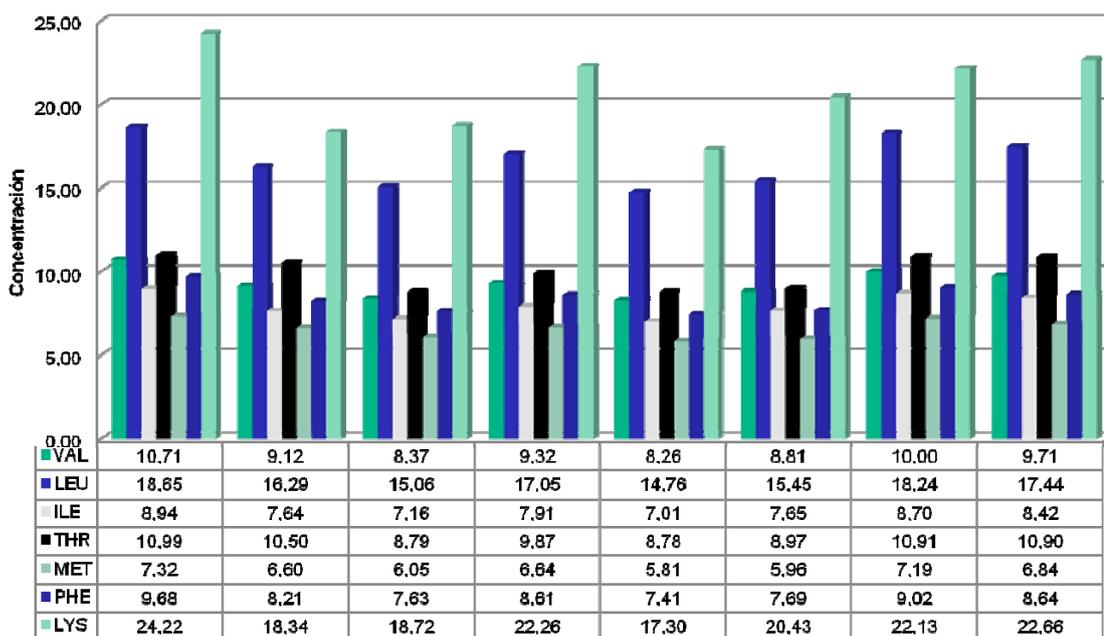


Figura 72. Concentración de aminoácidos esenciales (miligramos por gramo de tejido) en dorada según sistema de producción, zona de crianza y época del año. Las columnas de resultados se corresponden con: 1-Crianza de Murcia en otoño-invierno; 2-Pesca extractiva de Murcia en otoño-invierno; 3-Crianza de Andalucía en primavera-verano; 4-Estero de Andalucía; 5-Crianza de Grecia en primavera-verano; 6-Crianza de Cataluña en primavera-verano; 7-Crianza de Canarias en otoño-invierno; 8-Crianza de Murcia en primavera-verano.

Minerales

Calcio (mg/kg)

Como se puede apreciar en la figura 73, las concentraciones de calcio en las especies de pescado analizadas varían en un rango de 86 mg/kg para el rodaballo a 173 para el besugo, encontrándose la dorada y la lubina en una posición intermedia \cong 120 mg/kg. En cualquier caso, estas variaciones en el contenido de calcio no son estadísticamente significativas dependiendo de la especie ni del origen (cultivada o salvaje) ni de la zona geográfica de la que procedan.

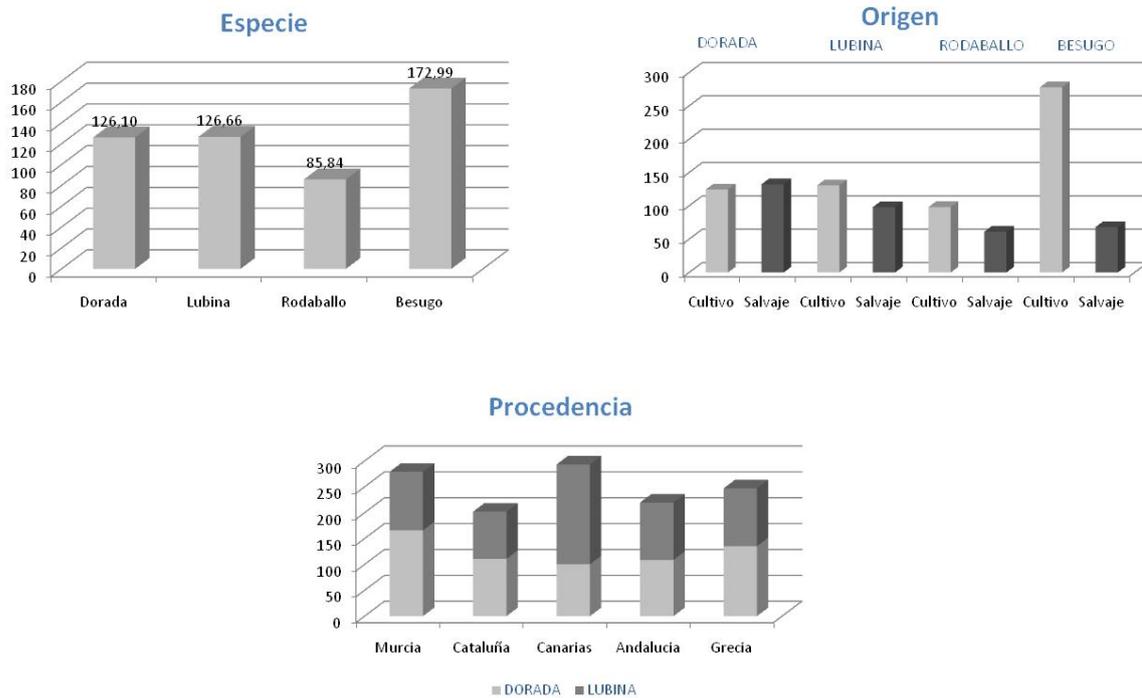


Figura 73. Concentración de calcio en mg/kg de peso fresco del filete.

Fósforo (mg/kg)

Los contenidos de fósforo en las especies analizadas varían desde 1546 mg/kg para el rodaballo y 2173 para la dorada (Figura 74). En este caso las diferencias sí son significativas, correspondiendo al besugo la posición intermedia y siendo la lubina semejante a la dorada. El origen no tiene una influencia significativa sobre la concentración de fósforo, pero sí la tiene la zona donde se han criado los peces. Los peces cultivados en Canarias presentan una mayor cantidad de fósforo que los cultivados en Andalucía, presentando el resto una posición intermedia.

Magnesio (mg/kg)

Los contenidos en magnesio son variables en el músculo de las distintas especies analizadas (Figura 75). El menor contenido lo presenta el rodaballo (247 mg/kg) y el mayor la dorada y la lubina (\cong 290mg/kg), con el besugo en una posición intermedia. Sin embargo, la especie es una variable que no afecta significativamente al contenido en magnesio, así como tampoco lo hace el origen de los peces o la zona de procedencia.

Sodio (mg/kg)

Los contenidos en sodio de los músculos de las especies analizadas se mueven en un rango desde los 311 mg/kg del besugo a los 362 de la dorada (Figura 76).

Estas diferencias nos son estadísticamente significativas, como no lo son cuando se tiene en cuenta la variable origen (extractivo o crianza). Sin embargo, cuando tenemos en cuenta la procedencia observamos un menor contenido de sodio en los peces criados en Canarias, mientras que los cultivados en Andalucía tienen los valores más altos. En el resto de zonas presentan valores intermedios.

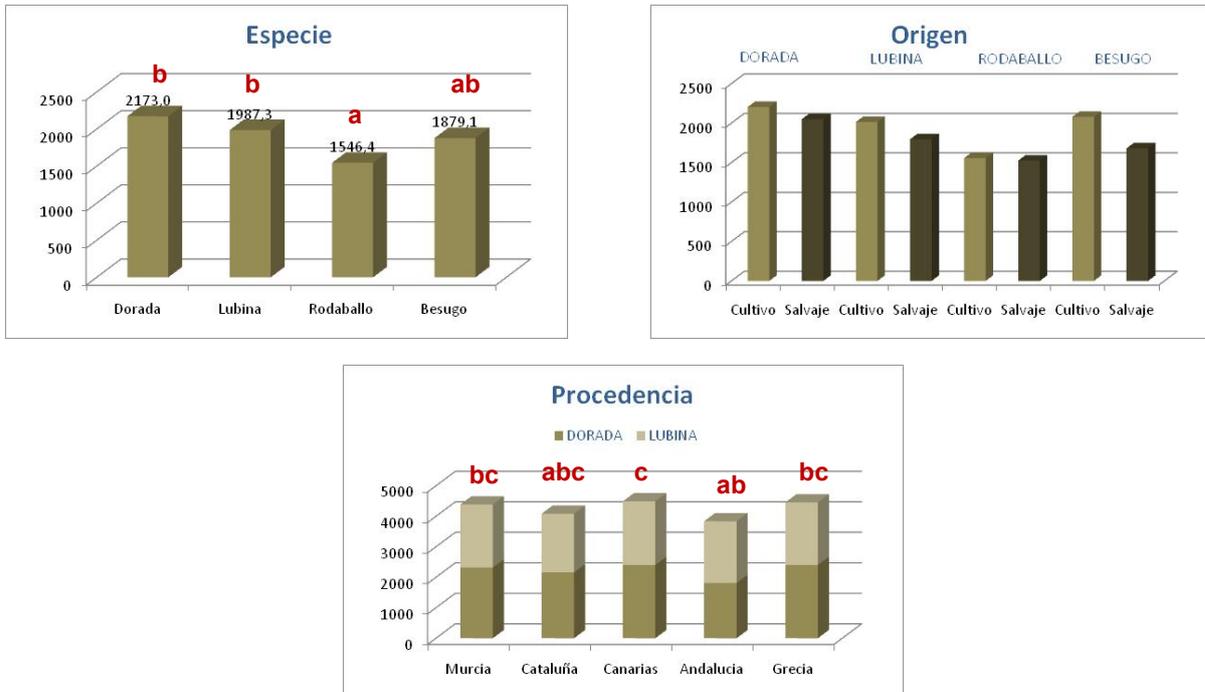


Figura 74. Concentración de fósforo en mg/kg de peso fresco del filete.

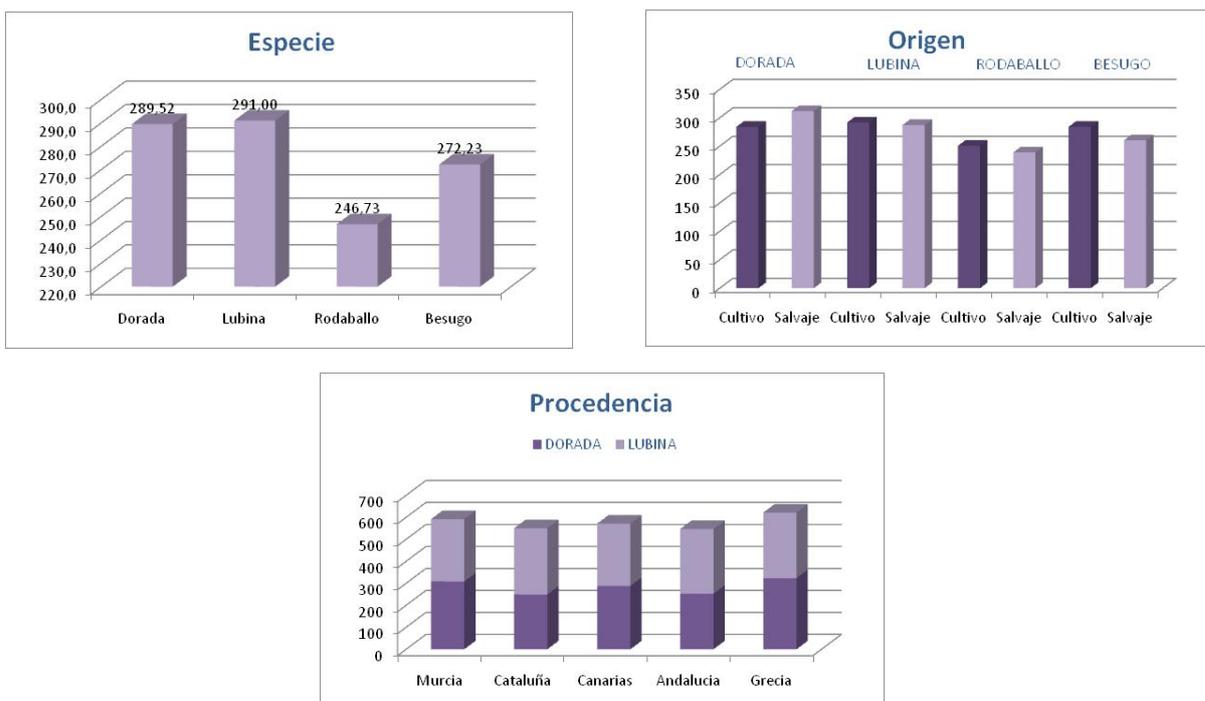


Figura 75. Concentración de magnesio en mg/kg de peso fresco del filete.

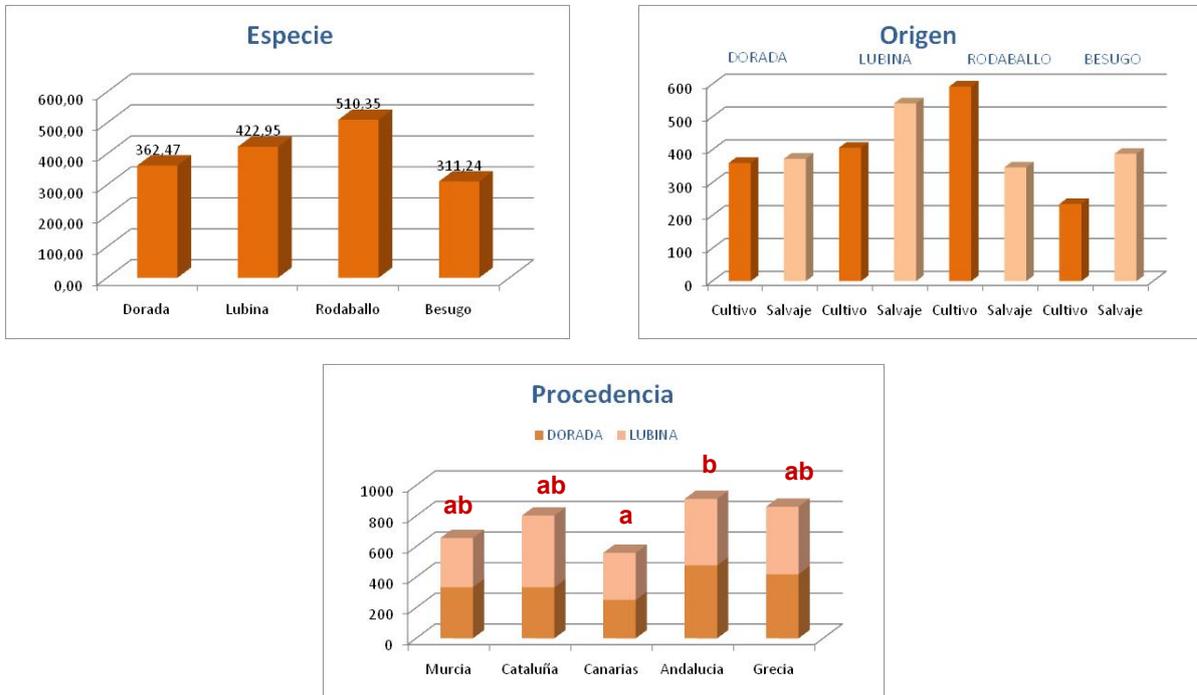


Figura 76. Concentración de sodio en mg/kg de peso fresco del filete.

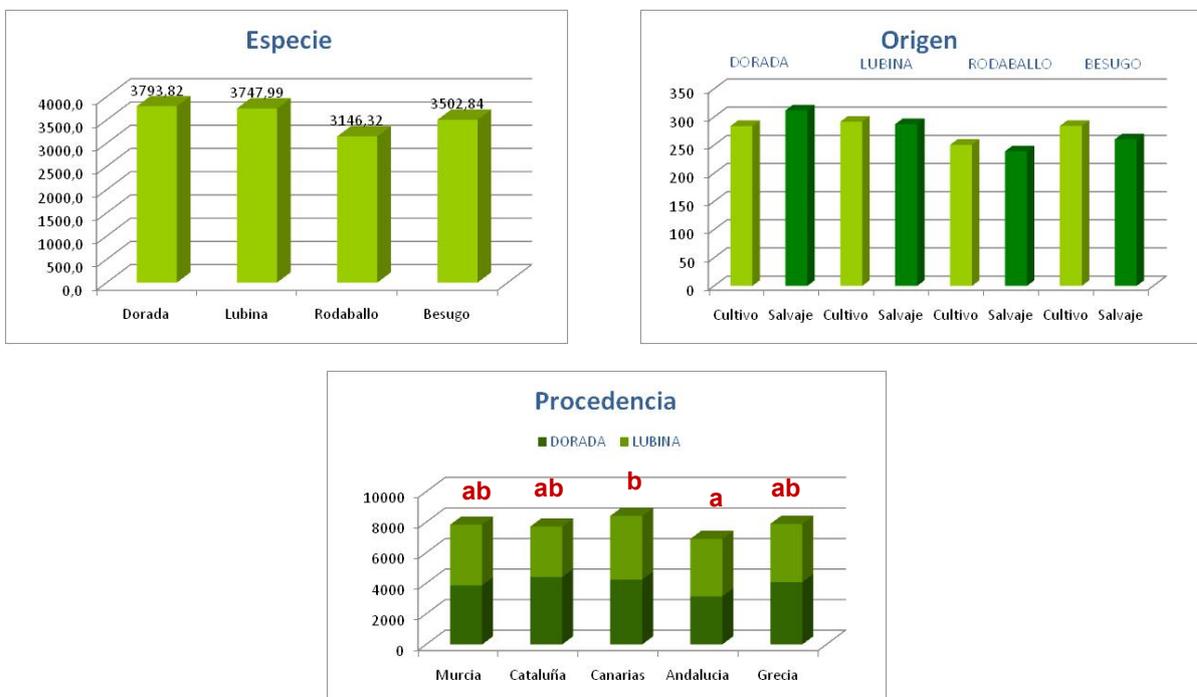


Figura 77. Concentración de potasio en mg/kg de peso fresco del filete.

Potasio (mg/kg)

Los valores del contenido en potasio del músculo de las especies analizadas se encuentran en un estrecho rango que se mueve desde los 3146 mg/kg del rodaballo a los 3793 mg/kg de la dorada (Figura 77). No presentándose diferencias significativas. Tampoco se observan según el origen de los peces. Sin embargo, si tenemos en cuenta la procedencia, se observa, al contrario que con el sodio, los valores más altos los presentan Canarias y los más bajos las muestras procedentes de Andalucía. Mostrando el resto de zonas valores intermedios.

Hierro (mg/kg)

El contenido en hierro muestra una influencia significativa para todas las variables tenidas en cuenta. Con respecto a la especie, la lubina es la que mayor cantidad presenta (2,8 mg/kg) y el rodaballo el que menor (1,63) estando la dorada y el besugo en una posición intermedia (Figura 78). Teniendo en cuenta el origen, presentan mayor contenido en hierro los peces cultivados que los salvajes. Y atendiendo al origen presentan menor concentración las muestras procedentes de Canarias y mayor las de Grecia.

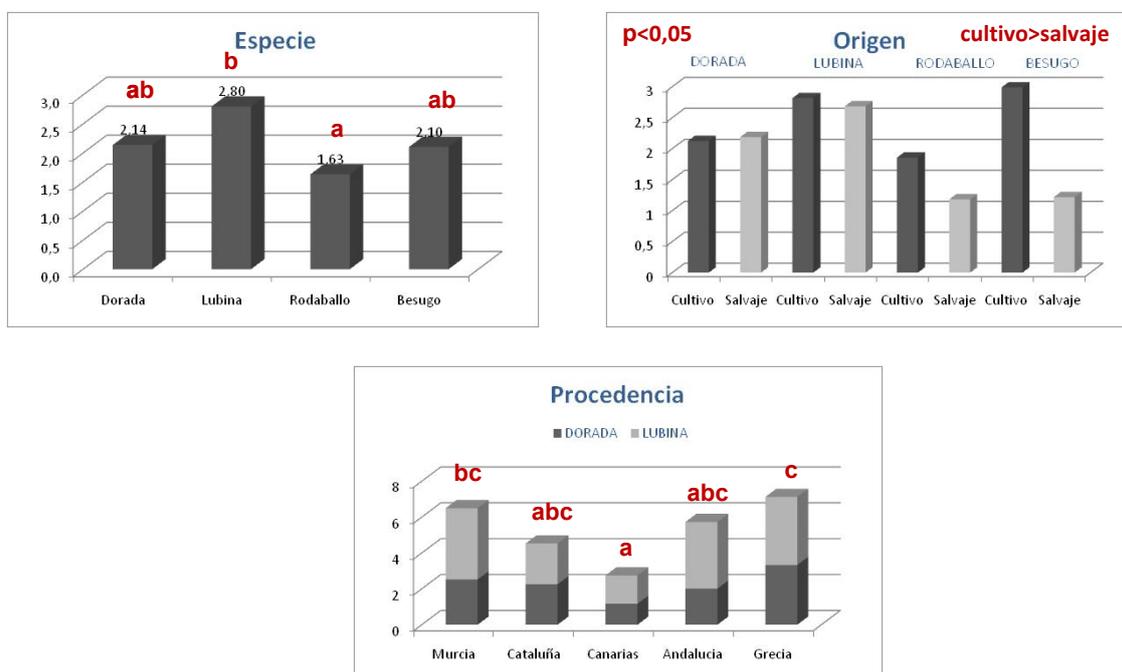


Figura 78. Concentración de hierro en mg/kg de peso fresco del filete.

Cinc (mg/kg)

El contenido de cinc no presenta variaciones significativas con la especie, moviéndose en un rango de 2,68 mg/kg para el besugo a 4,40 para el rodaballo. Dependiendo del origen, si observamos que los peces cultivados presentan una

mayor cantidad (Figura 79). Con respecto a la procedencia no hay diferencias significativas.

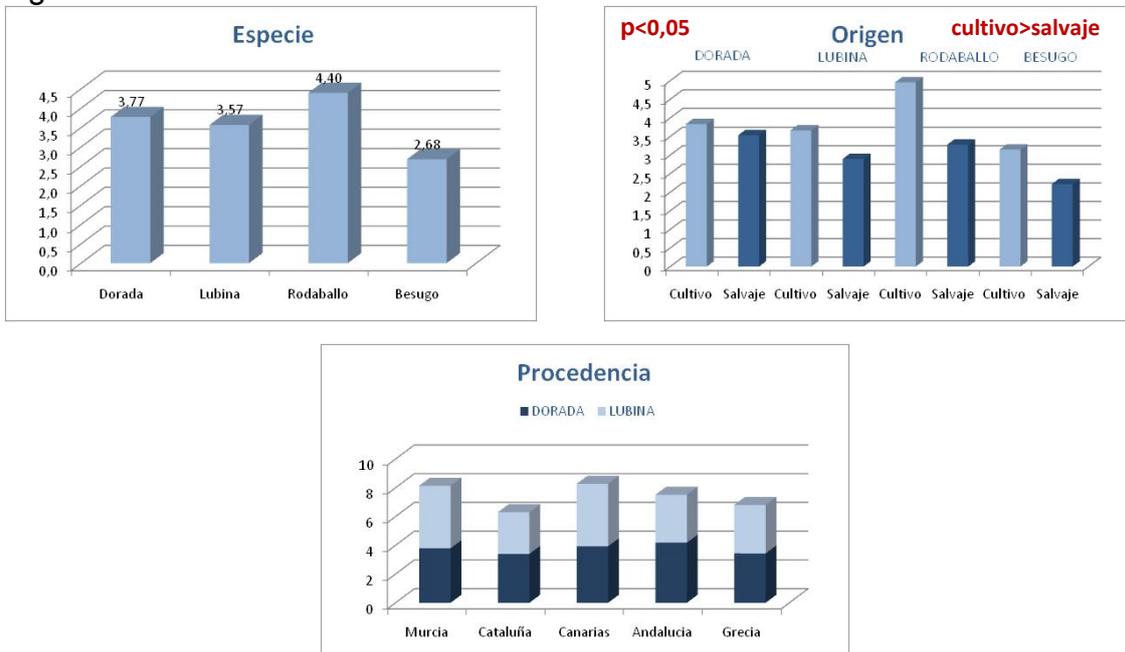


Figura 79. Concentración de cinc en mg/kg de peso fresco del filete.

Cobre (mg/kg)

El contenido en cobre de las muestras analizadas se encuentra en un estrecho rango que va de 1,50 mg/kg en el rodaballo a 2,1 mg/kg en la dorada y la lubina (Figura 80). No se han observado diferencias significativas debidas a la especie ni el origen (salvaje o cultivada) ni la zona geográfica en la cual han sido cultivados los peces.

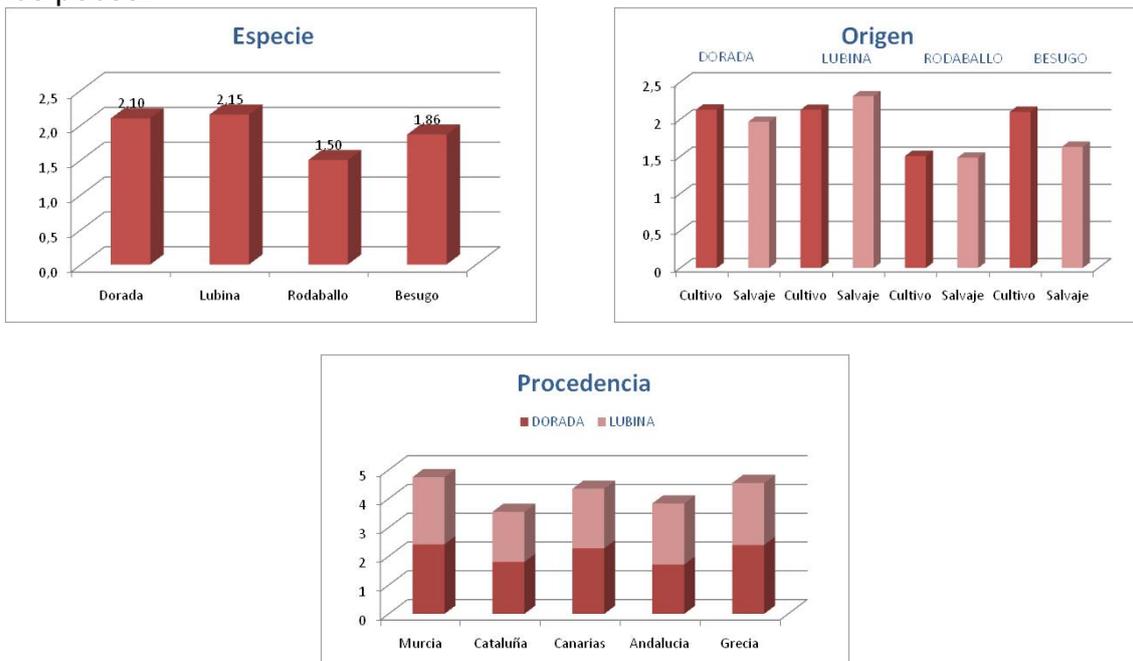


Figura 80. Concentración de cobre en mg/kg de peso fresco del filete.

NIR

El método de infrarrojo cercano por transmisión (NIT) permitió el análisis de proteína, grasa y humedad con un error muy bajo y con una correlación mayor de 0,95. A pesar de un resultado aparentemente tan escueto, se ha validado el uso del FoodScan para determinaciones de composición proximal en carne de pescado. A pesar de tratarse de un aparato fabricado por la empresa FOSS, está reconocido su uso por la AOAC, con lo que las determinaciones realizadas bajo estas condiciones perfectamente pueden ser reconocidas en los ámbitos científicos-tecnológicos. Es de destacar, además de la facilidad de uso, el hecho de no necesitarse reactivos para las determinaciones.

Compuestos volátiles

Con respecto a los compuestos volátiles, han sido identificados los siguientes: *butanal*, *piperazincarboxamide*, *pentanedione*, *ventanal*, *centenal*, *hexanal*, *octanol*, *methyl-ethyl cyclopentene*, *methoxy phenyl oxime*, *heptenal*, *heptanal*, *alpha pinene*, *benzaldehyde*, *heptadienal*, *pentadienoic acid*, *cycloheptene*, *cyclopentene*, *decanal*, *synephrine /hydroxymandelico*, y *decano*. De entre todos ellos destacar el hexanal, aldehído cuya presencia es importante en especies de crianza y escasa en las de pesca tras el cocinado de los filetes (Figura 81).

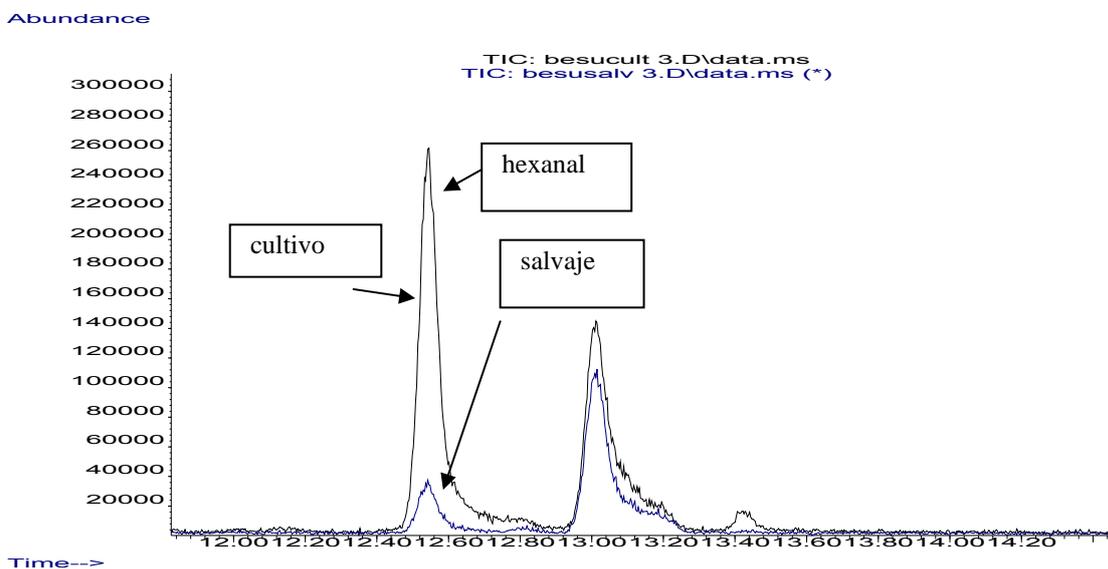


Figura 81. Pico de hexanal en muestras de besugo cultivo y salvaje.

Objetivo 3.

EXPERIENCIA REALIZADA EN ANDALUCÍA

De los muestreos realizados se pueden obtener resultados de la progresión obtenida en peso y talla. El día de la siembra, 27/04/2010 los datos iniciales de medidas fue de un peso medio de 269,5 gr. y una longitud furcal y total de 27,2 y 28,8 cm. respectivamente. Posteriormente, se fueron realizando diferentes muestreos a lo largo del experimento. Justo antes del suministro de las nuevas dietas se realizó un segundo muestreo de todos los peces (Tablas 34 a 36).

Tabla 34. Datos promedio de los nueve tanques de cultivo el 30/09/2010.

| TANQUE | Nº peces | Long Furcal | Long Total | Peso medio |
|--------|----------|-------------|------------|------------|
| TR 8 | 94 | 33,34 | 35,28 | 526,46 |
| TR 9 | 94 | 32,49 | 34,43 | 510,71 |
| TR 10 | 93 | 32,81 | 34,64 | 528,82 |
| TR 11 | 75 | 33,45 | 35,28 | 571,47 |
| TR 12 | 79 | 33,01 | 34,69 | 548,25 |
| TR 15 | 94 | 32,84 | 34,77 | 516,65 |
| TR 16 | 90 | 32,51 | 34,39 | 501,24 |
| TR 17 | 83 | 33,19 | 35,06 | 535,41 |
| TR 18 | 82 | 33,17 | 34,87 | 557,43 |

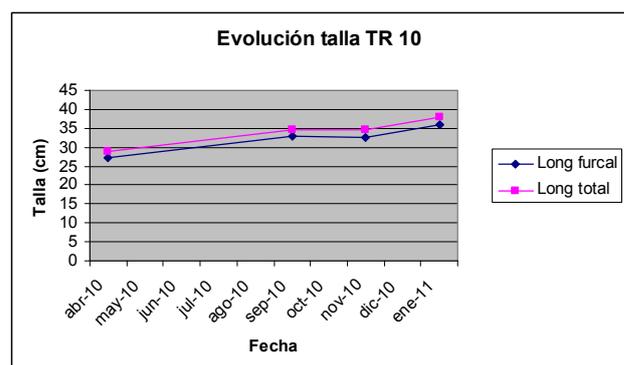
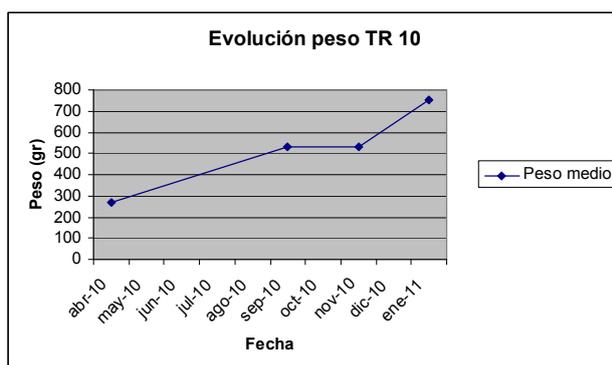
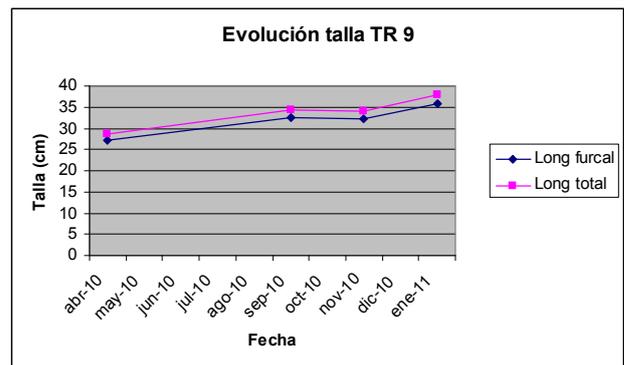
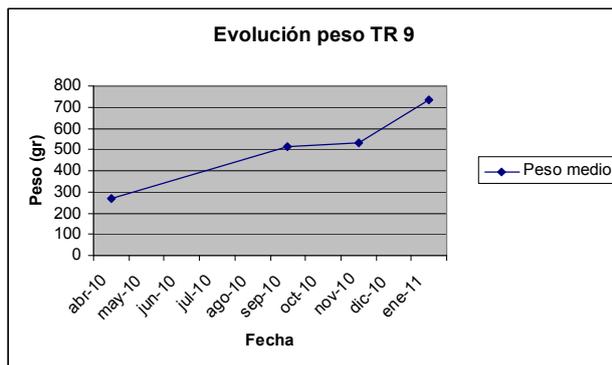
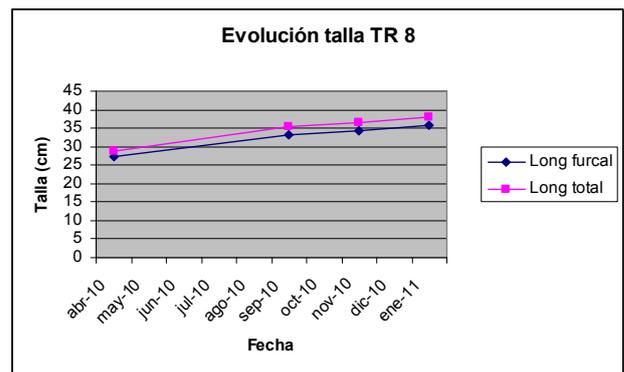
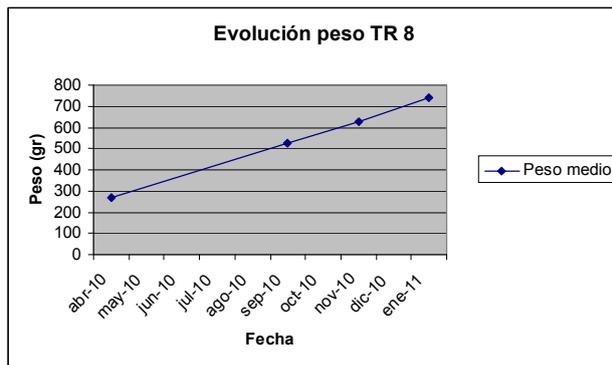
Tabla 35. Datos promedio de los nueve tanques de cultivo el 17/11/2010.

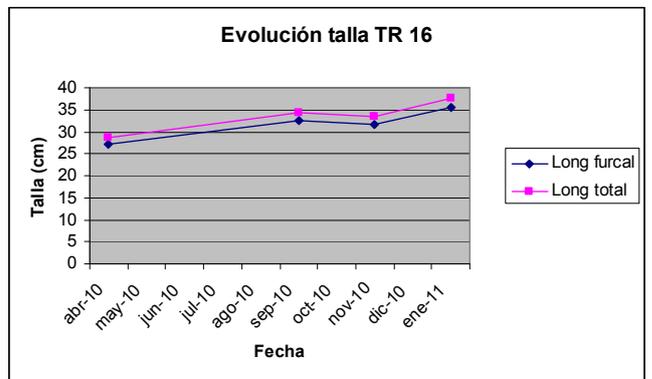
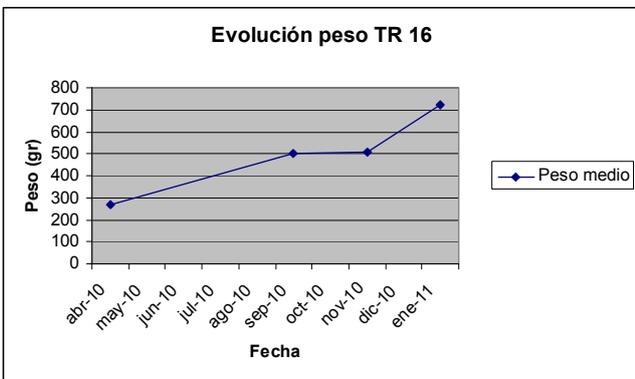
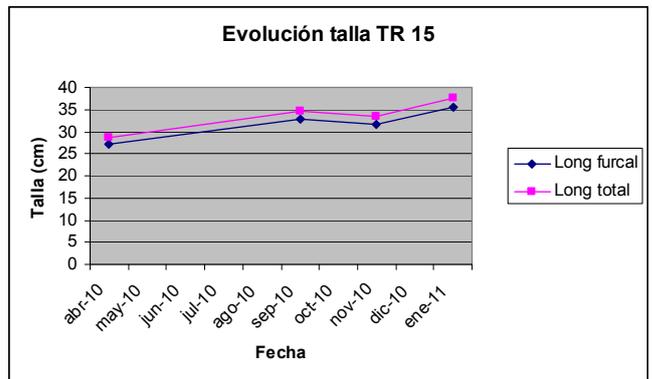
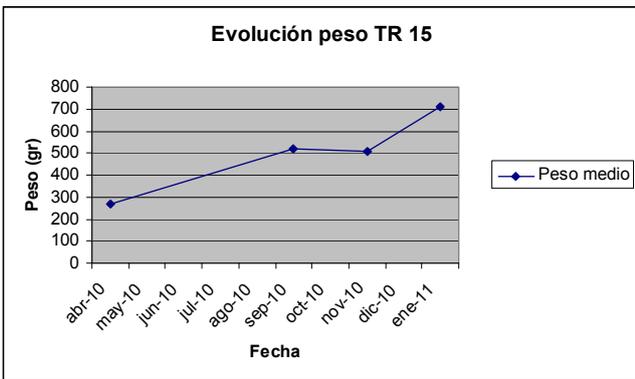
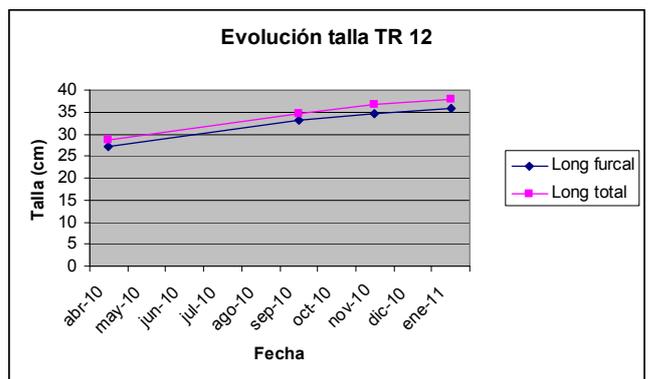
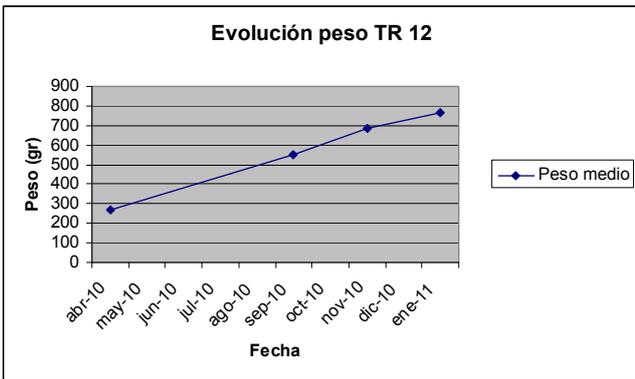
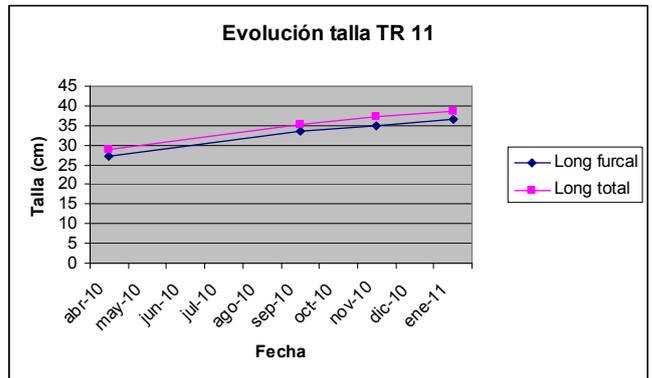
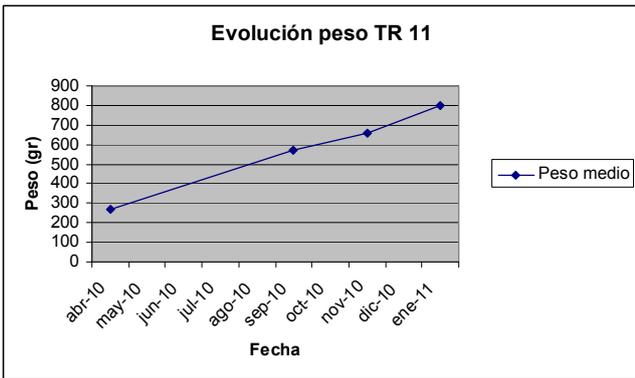
| TANQUE | Nº peces | Long Furcal | Long Total | Peso medio |
|--------|----------|-------------|------------|------------|
| TR 8 | 90 | 34,40 | 36,55 | 627,92 |
| TR 9 | 90 | 32,23 | 34,13 | 530,42 |
| TR 10 | 87 | 32,46 | 34,43 | 534,26 |
| TR 11 | 69 | 35,02 | 37,15 | 656,40 |
| TR 12 | 73 | 34,77 | 36,77 | 685,20 |
| TR 15 | 87 | 31,53 | 33,38 | 509,55 |
| TR 16 | 84 | 31,50 | 33,32 | 506,83 |
| TR 17 | 77 | 33,68 | 35,70 | 626,48 |
| TR 18 | 76 | 34,73 | 36,78 | 704,03 |

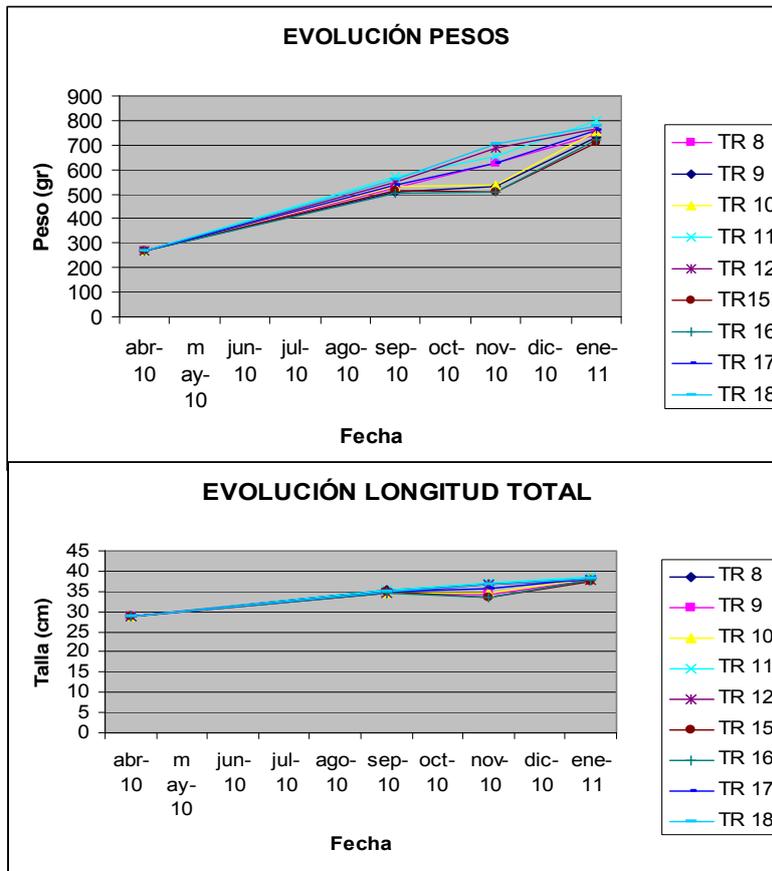
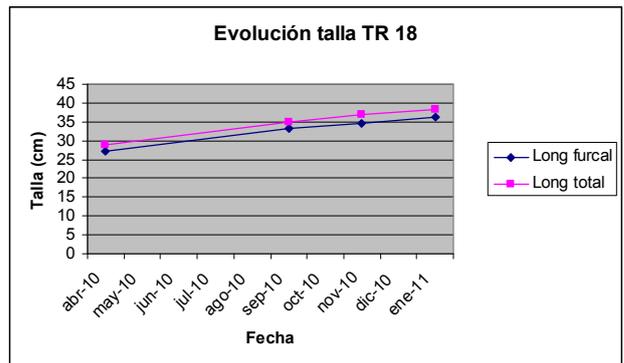
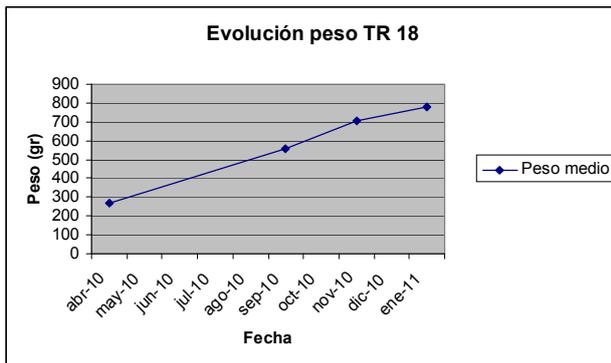
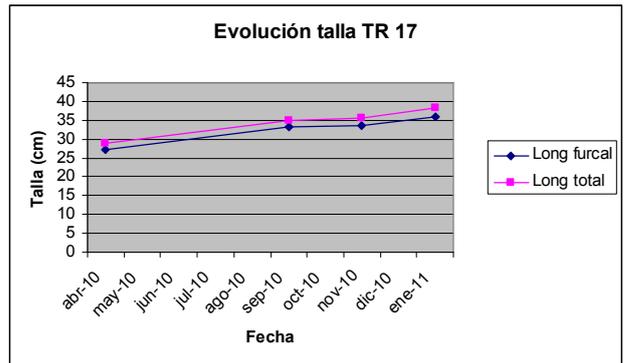
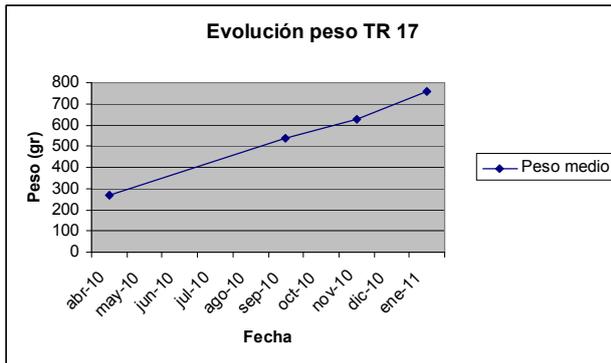
Tabla 36. Datos promedio de los nueve tanques de cultivo el 17/01/2011.

| TANQUE | Nº peces | Long Furcal | Long Total | Peso medio |
|--------|----------|-------------|------------|------------|
| TR 8 | 89 | 35,89 | 38,14 | 741,93 |
| TR 9 | 89 | 35,79 | 37,96 | 734,86 |
| TR 10 | 87 | 35,97 | 38,11 | 752,66 |
| TR 11 | 68 | 36,51 | 38,64 | 797,52 |
| TR 12 | 75 | 35,75 | 37,91 | 763,29 |
| TR 15 | 86 | 35,43 | 37,56 | 708,39 |
| TR 16 | 84 | 35,67 | 37,73 | 723,13 |
| TR 17 | 78 | 36,07 | 38,30 | 758,82 |
| TR 18 | 75 | 36,11 | 38,27 | 775,84 |

A continuación se exponen las curvas de peso y talla de cada uno de los tanques de cultivo (Figuras 82-101).







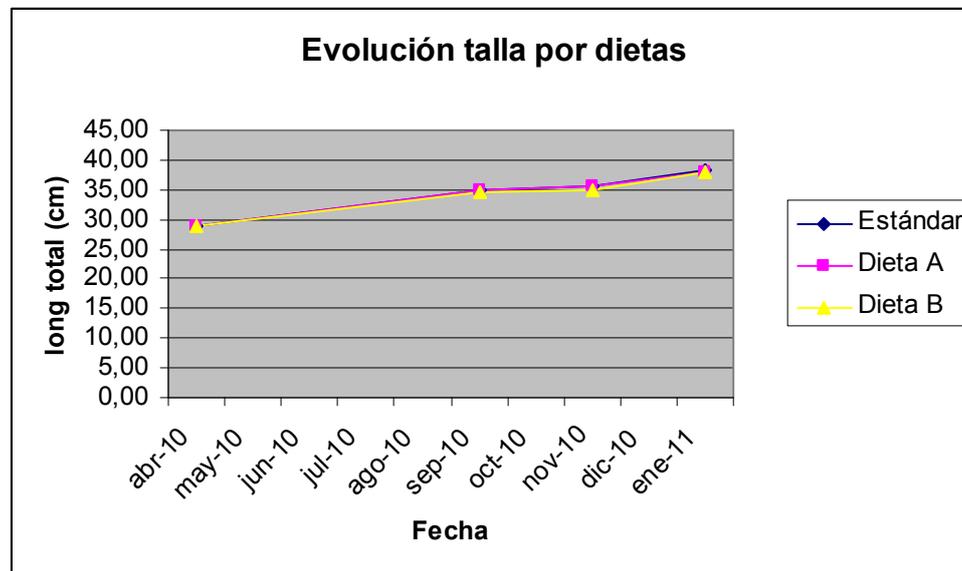
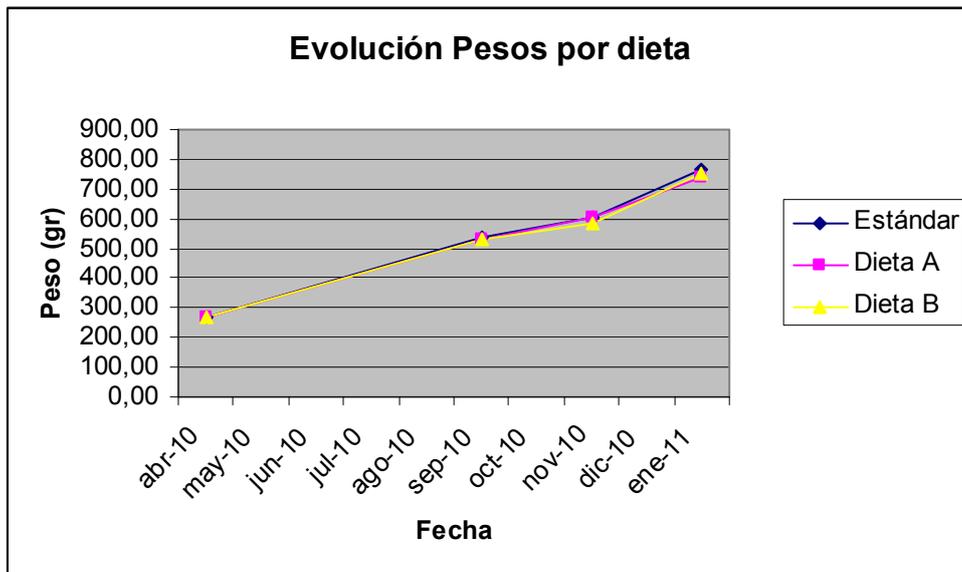
Figuras 82-101. Curvas de peso y talla de cada uno de los tanques.

Considerando los tanques que fueron alimentados podemos agrupar de manera que (Figuras 102 y 103):

Dieta estándar: TR 9, TR 11, TR 17 (20% harina pescado)

Dieta A: TR 8, TR12, TR 15 (7,5% harina pescado)

Dieta B: TR 10, TR 16, TR 18 (15% harina pescado)



Figuras 102 y 103. Curvas de peso y talla por dietas.

De los datos obtenidos se pudieron obtener una serie de índices de crecimiento, que se dividen en 2 periodos, uno sin dietas experimentales y otra con dietas experimentales (Tablas 37 y 38).

Tabla 37. Datos referidos al periodo de engorde con dietas estándar.

| Tanques | TR 8 | TR 9 | TR 10 | TR 11 | TR 12 | TR 15 | TR 16 | TR 17 | TR 18 |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tasa absoluta de crecimiento: $P_g = (P_f - P_i)t$ | 1,61 | 1,56 | 1,67 | 1,95 | 1,80 | 1,59 | 1,49 | 1,72 | 1,86 |
| Tasa relativa de crecimiento instantáneo: $G_p = ((\ln P_f - \ln P_i)/t) * 100$ | 0,42 | 0,41 | 0,43 | 0,48 | 0,46 | 0,42 | 0,40 | 0,44 | 0,47 |
| Ingesta Absoluta: $A = (Pienso/t)/N$ | 2,66 | 2,67 | 2,71 | 3,03 | 2,85 | 2,71 | 2,56 | 2,74 | 2,77 |
| Ingesta Relativa: $I = ((Pienso/t) * 100) / (N * (P_f + P_i)/2)$ | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,72 | 0,70 | 0,69 | 0,66 | 0,68 | 0,67 |
| Índice de conversión: $IC = Pienso / (N * (P_f - P_i))$ | 1,65 | 1,71 | 1,62 | 1,56 | 1,58 | 1,70 | 1,71 | 1,60 | 1,49 |
| Índice de eficiencia alimenticia $IEA = (N * (P_f - P_i)) / Pienso$ | 0,60 | 0,58 | 0,62 | 0,64 | 0,63 | 0,59 | 0,58 | 0,63 | 0,67 |

Tabla 38. Datos del segundo periodo de engorde, dietas estándar y alternativas.

| Tanques | TR 8 | TR 9 | TR 10 | TR 11 | TR 12 | TR 15 | TR 16 | TR 17 | TR 18 |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tasa absoluta de crecimiento: $P_g = (P_f - P_i)t$ | 1,63 | 1,19 | 1,20 | 1,76 | 1,89 | 1,09 | 1,08 | 1,62 | 1,98 |
| Tasa relativa de crecimiento instantáneo: $G_p = ((\ln P_f - \ln P_i)/t) * 100$ | 0,38 | 0,31 | 0,31 | 0,40 | 0,42 | 0,29 | 0,29 | 0,38 | 0,44 |
| Ingesta Absoluta: $A = (Pienso/t)/N$ | 2,86 | 2,84 | 2,91 | 3,28 | 3,14 | 2,92 | 2,82 | 3,02 | 3,07 |
| Ingesta Relativa: $I = ((Pienso/t) * 100) / (N * (P_f + P_i)/2)$ | 0,64 | 0,71 | 0,72 | 0,71 | 0,66 | 0,75 | 0,73 | 0,67 | 0,63 |
| Índice de conversión: $IC = Pienso / (N * (P_f - P_i))$ | 1,76 | 2,39 | 2,42 | 1,86 | 1,66 | 2,67 | 2,62 | 1,86 | 1,56 |
| Índice de eficiencia alimenticia $IEA = (N * (P_f - P_i)) / Pienso$ | 0,57 | 0,42 | 0,41 | 0,54 | 0,60 | 0,37 | 0,38 | 0,54 | 0,64 |

En ambos casos, los resultados obtenidos son realmente esperanzadores a la espera de confirmarlos con los resultados de las analíticas. Por otro lado, el rendimiento en esta última fase del engorde no ha sido tan positiva, principalmente por el efecto de la temperatura del agua, la cual está directamente relacionada con la cantidad de pienso consumido por los peces (Tablas 39 y 40).

Tabla 39. Resultados obtenidos al inicio del cultivo.

| Tanques | TR 8 | TR 9 | TR 10 | TR 11 | TR 12 | TR 15 | TR 16 | TR 17 | TR 18 |
|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Índice de Condición: $K = (P/L3)*100$ | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 |
| Índice Gonadosomático: $IGS = (PG/P)*100$ | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Índice Hepatosomático : $IH = (PH/P)*100$ | 1,82 | 1,82 | 1,82 | 1,82 | 1,82 | 1,82 | 1,82 | 1,82 | 1,82 |
| Índice Digestosomático: $ID = (Pdig/P)*100$ | 4,65 | 4,65 | 4,65 | 4,65 | 4,65 | 4,65 | 4,65 | 4,65 | 4,65 |
| Porcentaje de grasa mesentérica: $PGM = (p gm/P)*100$ | 2,65 | 2,65 | 2,65 | 2,65 | 2,65 | 2,65 | 2,65 | 2,65 | 2,65 |

Tabla 40. Resultados obtenidos a partir de las muestras del último muestreo.

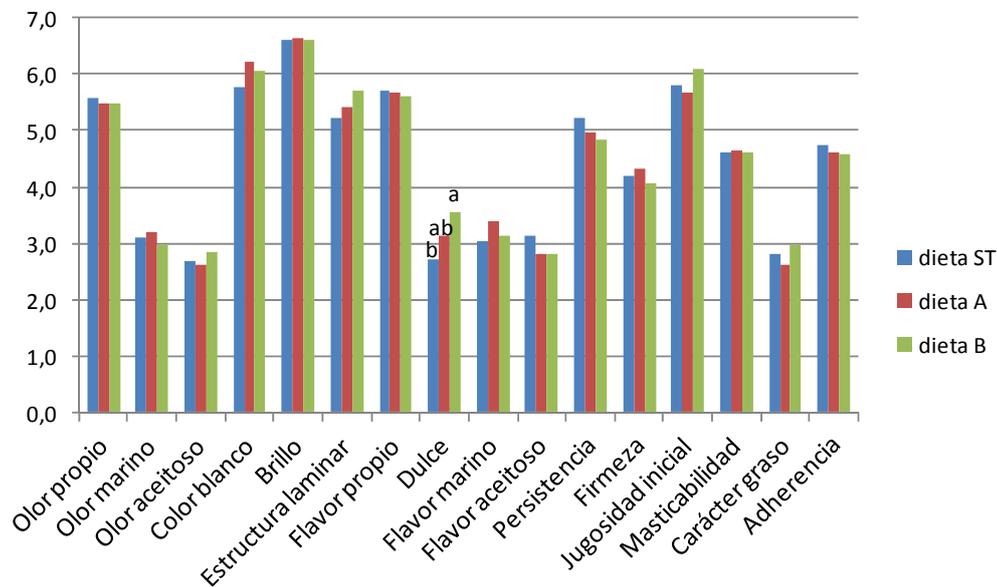
| Tanques | TR 8 | TR 9 | TR 10 | TR 11 | TR 12 | TR 15 | TR 16 | TR 17 | TR 18 |
|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Índice de Condición: $K = (P/L3)*100$ | 1,29 | 1,33 | 1,31 | 1,28 | 1,38 | 1,37 | 1,37 | 1,38 | 1,41 |
| Índice Gonadosomático: $IGS = (PG/P)*100$ | 0,76 | 0,74 | 0,76 | 0,70 | 0,63 | 0,77 | 0,81 | 0,66 | 0,64 |
| Índice Hepatosomático : $IH = (PH/P)*100$ | 2,89 | 2,20 | 3,18 | 2,42 | 3,26 | 2,29 | 2,89 | 2,81 | 2,99 |
| Índice Digestosomático: $ID = (Pdig/P)*100$ | 4,54 | 8,36 | 3,71 | 3,85 | 3,54 | 8,70 | 6,52 | 3,19 | 3,98 |
| Porcentaje de grasa mesentérica: $PGM = (p gm/P)*100$ | 6,46 | 5,85 | 5,27 | 6,78 | 6,26 | 6,09 | 6,30 | 6,31 | 5,27 |
| Porcentaje Comestible: $PC = (filete/P)*100$ | 40,7 | 40,8 | 43,1 | 33,8 | 31,8 | 44,1 | 41,2 | 41,2 | 37,6 |

Comparando los resultados obtenidos al inicio de la experiencia con los del último muestreo, se puede comprobar que todos los índices experimentan un incremento, destacando el índice gonadosomático IGS (que en condiciones óptimas de cultivo, el aumento del índice está justificado por la maduración de los órganos reproductores), el Hepatosomático (el hígado presenta un tamaño y peso superior al hallado en peces de origen salvaje) y el porcentaje de grasa mesentérica (PGM). El PGM, considerado como material de reserva, tiende a aumentar considerablemente en la época estival, para luego descender en invierno, lo cual coincide con el incremento del IGS. En cuanto a los valores de grasa, las lubinas alimentadas con la dieta A presentan una menor proporción de grasa mesentérica y menor porcentaje comestible. Las dietas estándar y dieta B obtienen resultados más similares, sin embargo con la dieta B existen menor grasa y mayor porcentaje comestible, y viceversa con la dieta estándar, mayor grasa y menor porcentaje comestible.

Los resultados obtenidos parecen prometedores, ya que no se han obtenido diferencias excesivamente acusadas entre la utilización de una dieta u otra.

Efectivamente, la dieta más eficiente ha sido la que está normalizada para la especie lubina, con la mayor proporción de harina de pescado; sin embargo ante la situación de disminución de la pesca, y el aumento de los precios de la harina es importante trabajar en piensos que con menores proporciones de harina de pescado puedan dar buenos rendimientos en crecimiento, pesos, calidad del producto, y por último pero fundamental, precios adecuados para la rentabilidad de la empresa acuícola.

En referencia a las características sensoriales, y siguiendo una dinámica similar a la de los resultados obtenidos al comparar lubinas de pesca con lubinas de crianza, las diferencias detectadas son escasas (Figura 104). Únicamente el sabor dulce ha mostrado un nivel más bajo en la dieta estándar.



Letras a,b,c diferentes indican la existencia de diferencias estadísticas entre las lubinas alimentadas mediante las 3 dietas para el atributo en cuestión

Figura 104. Media para cada uno de los atributos evaluados.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN MURCIA

Ambas dietas fueron bien aceptadas y no hubo diferencias significativas en la ingesta a lo largo de todo el período experimental (Tabla 41). Así mismo, el índice de conversión fue similar para ambos grupos con lo que no se observaron diferencias significativas en el crecimiento. Las diferencias observadas entre los grupos experimentales en la composición de ácidos grasos del músculo mostraron de forma significativa el efecto de las distintas dietas (Tabla 42).

Tabla 41. Efectos de la sustitución de aceite de pescado en la dieta por aceite vegetal sobre el crecimiento y eficacia nutricional en la dorada

| | FO | VO | t-Test |
|-------------------------|--------------|--------------|--------|
| Initial body weight (g) | 197.33±13.13 | 197.66±14.86 | ns |
| Final body weight (g) | 417.96±39.02 | 415.46±43.61 | ns |
| DIR | 0.69±0.03 | 0.71±0.06 | ns |
| SGR | 0.57±0.07 | 0.56±0.07 | ns |
| CI | 1.75±0.10 | 1.81±0.20 | ns |

Mean values of samples±standard deviation.

***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$; ns: not significant.

DIR: Daily Intake Rate; SGR: Specific Growth Rate; CI: Conversion Index.

Los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados fueron más abundantes en el músculo de los animales alimentados con la dieta VO que con la dieta FO ($p < 0.01$). De los ácidos grasos monoinsaturados mayoritarios, el palmitoléico (C16:1) fue superior en el grupo FO ($p < 0.05$) y el oleico (C18:1n9) en el grupo VO ($p < 0.001$). En cuanto a los poliinsaturados, los ácidos linoléico (C18:2n6, LA) y linolénico (18:3n3, ALA) fueron mayores en el grupo VO ($p < 0.001$) y los ácidos eicosapentaenoico (20:5n3, EPA) y docosahexaenoico (22:6n3, DHA) en el grupo FO ($p < 0.05$).

Las diferencias observadas en los ácidos grasos poliinsaturados mayoritarios fueron reflejadas en las sumas totales obtenidas de cada una de las series, siendo los totales de $n-6$ y $n-9$ mayores en el grupo VO. El total de $n-3$ fue mayor en el grupo FO, aunque estas diferencias fueron pequeñas y estadísticamente no significativas. La relación $n-3/n-6$ en el grupo FO fue más de dos veces superior a la observada en el grupo VO. En cuanto a los índices de calidad de la grasa estimados, se observó un mayor valor del índice aterogénico en el grupo FO ($p < 0.001$). Esta diferencia fue debida principalmente a la mayor cantidad del ácido mirístico (C14:0) en el músculo de animales alimentados con la dieta de aceite de pescado. También el menor contenido del total de ácidos grasos de la serie $n-6$ en este grupo contribuyó a disminuir la capacidad aterogénica. El índice trombogénico fue similar en ambos grupos experimentales.

Los resultados obtenidos en los parámetros de calidad de los peces alimentados con las distintas dietas mostraron algunos efectos de la dieta sobre el color y la textura de los filetes (Tabla 43). Las diferencias observadas en las medidas de color fueron significativas para el valor Croma (C^*_{ab}), que fue mayor en el grupo VO. Este valor indica la saturación o cantidad de color, y depende de los valores de los parámetros cromáticos a^* y b^* . En el grupo VO se observó un mayor valor medio de a^* y un valor de b^* más negativo que en el grupo FO, aunque estas diferencias no fueron significativas.

Tabla 42. Perfil de ácidos grasos en filete de dorada alimentada con las diferentes dietas experimentales expresado en $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ de lípidos (% sobre total de ácidos grasos)

| Fatty acid ^a | FO | VO | t-Test |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|--------|
| C14:0 | 25.26±2.17 (6.40) | 20.97±1.83 (4.31) | * |
| C15:0 | 1.70±0.10 (0.44) | 1.52±0.07 (0.32) | * |
| C16:0 | 74.58±2.50 (19.06) | 79.47±6.72 (16.49) | ns |
| C17:0 | 0.91±0.07 (0.23) | 0.90±0.12 (0.19) | ns |
| C18:0 | 10.60±0.53 (2.67) | 13.36±1.35 (2.73) | * |
| C20:0 | 0.46±0.05 (0.12) | 0.56±0.02 (0.11) | * |
| ∑ Saturated | 113.52±5.29 (28.92) | 116.77±9.60 (24.15) | ns |
| C16:1 | 38.83±2.70 (9.21) | 33.16±2.76 (6.39) | * |
| C17:1 | 0.97±0.15 (0.25) | 1.22±0.19 (0.26) | ns |
| C18:1 $n-9$ | 77.36±2.89 (20.12) | 129.56±11.00 (27.36) | *** |
| C20:1 $n-9$ | 5.70±0.80 (1.33) | 4.58±1.94 (0.86) | ns |
| C22:1 $n-9$ | 3.41±0.70 (0.72) | 4.40±1.26 (0.69) | ns |
| C24:1 $n-9$ | 1.28±0.93 (0.32) | 0.94±0.35 (0.19) | ns |
| ∑ Monounsaturated | 127.55±5.07 (32.10) | 173.85±13.34 (35.86) | ** |
| C18:2 $n-6$ | 36.81±4.50 (9.79) | 87.80±6.33 (19.04) | *** |
| C18:3 $n-6$ | 1.57±0.84 (0.41) | 1.60±0.34 (0.34) | ns |
| C18:3 $n-3$ | 6.18±0.82 (1.74) | 15.68±1.55 (3.58) | *** |
| C20:2 | 3.27±0.49 (0.79) | 3.62±0.42 (0.71) | ns |
| C20:4 $n-6$ | 3.07±0.15 (1.03) | 3.22±0.49 (0.61) | ns |
| C22:2 | 7.96±1.62 (1.97) | 5.24±1.98 (1.03) | ns |
| C20:5 $n-3$ | 50.55±4.88 (14.12) | 41.78±3.51 (9.55) | * |
| C22:6 $n-3$ | 42.00±2.61 (8.39) | 35.74±2.42 (5.87) | * |
| ∑ Polyunsaturated | 150.39±2.94 (38.42) | 190.75±14.22 (40.54) | ** |
| ∑ $n-3$ | 98.73±1.85 (24.24) | 93.45±6.72 (19.03) | ns |
| ∑ $n-6$ | 40.43±2.30 (11.42) | 91.02±5.69 (19.96) | *** |
| ∑ $n-9$ | 87.75±3.27 (22.50) | 139.47±10.93 (29.10) | *** |
| $n-3/n-6$ | 2.45±0.18 (2.15) | 1.02±0.07 (0.94) | *** |
| EPA/DHA | 1.21±0.18 (1.69) | 1.17±0.02 (1.63) | ns |
| AI | 0.66±0.03 | 0.46±0.02 | *** |
| TI | 0.29±0.01 | 0.27±0.02 | ns |
| Lipid g kg^{-1} d.w. | 58.30±3.36 | 41.03±5.04 | ** |

Mean values of four samples±standard deviation.

***: $p<0.001$; **: $p<0.01$; *: $p<0.05$; ns: not significant.

^aSome minor fatty acids (<0.1 % of fatty acids) are not shown.

AI: Atherogenic Index; TI: Thrombogenic Index.

Tabla 43. Parámetros de calidad de los filetes.

| | FO | VO | t-Test |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|--------|
| <i>Color measurements</i> | | | |
| L^* | 38.55±1.17 | 37.46±0.85 | ns |
| a^* | 0.32±0.34 | 0.64±0.29 | ns |
| b^* | -1.92±0.10 | -2.13±0.18 | ns |
| C^*_{ab} | 2.24±0.05 | 2.46±0.12 | * |
| H^o_{ab} | 0.29±0.53 | -0.21±0.18 | ns |
| <i>Chemical analysis</i> | | | |
| WHC (%) | 89.81±2.05 | 88.13±1.60 | ns |
| pH | 6.09±0.12 | 6.06±0.11 | ns |
| <i>Texture measurements</i> | | | |
| Hardness (g) | 2523.48±235.81 | 2776.19±312.78 | * |
| Springiness | 0.93±0.04 | 0.98±0.03 | ** |
| Cohesiveness | 2.53±0.41 | 2.61±0.43 | ns |
| Gumminess (g) | 5730.26±1141.48 | 7145.01±1053.95 | ** |
| Chewiness (g) | 5873.34±1393.00 | 6983.15±1389.69 | * |
| Adhesiveness (g·s) | -23.62±6.61 | -23.48 ±6.64 | ns |
| Resilience | 0.54±0.12 | 0.50±0.08 | ns |

Mean values of samples±standard deviation.

***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$; ns: not significant.

En el pH y la WHC no se observaron diferencias significativas entre los distintos grupos, aunque los valores de WHC del grupo VO fueron inferiores a los del grupo FO. En cuanto a la textura se observó una influencia de la dieta en algunos parámetros. La dureza, que representa la máxima fuerza requerida para comprimir la muestra, era mayor en los filetes de los animales alimentados con la dieta vegetal ($p < 0.05$). La elasticidad, que está relacionada con la capacidad de la muestra de recuperar su forma tras la compresión, también mostró mayores valores para las muestras de este grupo ($p < 0.01$). La gomosidad y la masticabilidad son directamente proporcionales a la dureza, por lo que las diferencias de estos parámetros también fueron significativamente mayores en el grupo VO.

Con el análisis sensorial de las doradas alimentadas con las distintas dietas se observaron algunas diferencias aunque no fueron significativas (Tabla 44). El olor propio fue percibido con mayor intensidad en las muestras de los peces que habían sido alimentados con la dieta de aceite de pescado. También los sabores propio, marino y aceitoso, así como la persistencia del sabor fueron puntuados con una mayor intensidad en el grupo FO. Las muestras correspondientes al grupo VO presentaban un color blanco más intenso. En cuanto a los atributos de textura, la “jugosidad” y el “carácter graso” fueron percibidos con mayor intensidad en el grupo de animales alimentados con la dieta FO, y la “masticabilidad” fue valorada con una puntuación superior en el grupo VO.

Tabla 44. Valores obtenidos en la evaluación sensorial.

| | FO | VO |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Characteristic odor | 5.62±1.32 | 5.44±1.24 |
| Marine odor | 4.84±1.46 | 4.82±1.44 |
| Oily odor | 4.80±1.54 | 4.83±1.54 |
| Color | 5.06±0.95 | 5.21±0.97 |
| Shine | 5.27±0.92 | 5.23±0.97 |
| Characteristic flavor | 5.62±1.31 | 5.48±1.25 |
| Marine flavor | 4.99±1.45 | 4.84±1.44 |
| Oily flavor | 5.06±1.46 | 4.80±1.40 |
| Persistence | 5.38±1.46 | 5.24±1.30 |
| Firmness | 5.27±1.22 | 5.27±1.40 |
| Juiciness | 4.88±1.11 | 4.80±1.13 |
| Chewiness | 4.82±1.01 | 4.92±1.10 |
| Fatness | 4.86±1.23 | 4.65±1.20 |

Mean values of eight samples±standard deviation.

No differences between samples were detected ($p>0.05$).

Como conclusión, podemos decir que el uso de aceite vegetales como parte de la fuente de lípidos en la dieta de dorada provocó algunas modificaciones en el perfil de ácidos grasos de la carne, con ciertas implicaciones en las propiedades saludables del pescado. Si bien el producto obtenido con la dieta de aceites vegetales cubriría los requerimientos necesarios de HUFA *n*-3 con una ingesta similar a la del obtenido con la dieta de aceite de pescado, el mayor contenido de PUFAs *n*-6 en la carne del pescado del grupo VO no favorecería el descenso del ratio *n*-6/*n*-3 de las dietas. Aunque, el mayor aporte de PUFA *n*-6, así como la menor cantidad de FAs saturados aterogénicos de las dietas vegetales, dan lugar a un producto más recomendable en cuanto a la aterogenicidad de su grasa.

En cuanto al efecto de la fuente dietética de lípidos en los parámetros de calidad estimados en el presente estudio, se observaron algunas diferencias entre los grupos experimentales. Estas diferencias no fueron percibidas sensorialmente por el panel de catadores de forma significativa, por lo que se podría pensar que tampoco serían apreciadas por un consumidor.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN GALICIA

Al final del experimento los peces alimentados con el pienso PP (53% de sustitución de proteína de origen animal por la vegetal) alcanzaron un peso de 379.89±11.56 g y una talla de 23.16±0.40 cm y los peces alimentados con el pienso FM 382.09±13.92 g de peso y 22.97±0.33 cm (Figura 105). Los datos de crecimiento fueron comparados con un test T-Student, no encontrando diferencias significativas en el crecimiento.

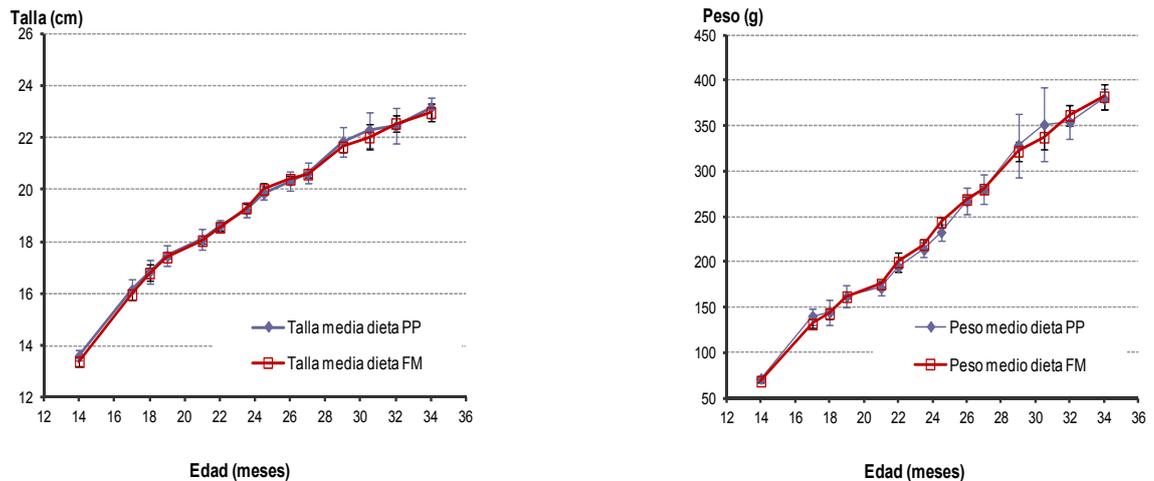


Figura 105. Crecimiento de juveniles de besugo alimentados con dos dietas diferentes (PP y FM).

Con respecto a los índices de crecimiento, no existen diferencias significativas entre los valores obtenidos al finalizar el experimento con las dos dietas probadas (Tabla 45). Comparando los resultados de los diferentes índices al principio y al final de experimento, se observan diferencias significativas en los valores de IGS y PGM en ambos tratamientos; el primero debido al desarrollo de las gónadas y el segundo al mayor acumulo de grasa perivisceral, ambos relacionados directamente con la edad del pez.

Tabla 45. Valores de K (índice de condición = $(P/L^3) \cdot 100$); IGS (índice gonadosomático = $(PG/P) \cdot 100$); IH (Índice hepatosomático = $(PH/P) \cdot 100$); ID (Índice digestosomático ID = $(PD/P) \cdot 100$); PGM (% grasa mesentérica = $(pgm/P) \cdot 100$); PC (% comestible = $(filete/P) \cdot 100$).

| | INICIO (octubre 2009) | | FINAL (febrero 2011) | |
|------------|-----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | PP | FM | PP | FM |
| K | 1.72±0.16 | 1.67±0.14 | 1.60±0.01 | 1.63±0.09 |
| IGS | 0.025±0.02 | 0.038±0.02 | 0.42±0.17 | 0.393±0.19 |
| IH | 1.9±0.25 | 1.86±0.20 | 1.78±0.46 | 1.79±0.33 |
| ID | 5.24±1.19 | 4.48±1.47 | 4.89±1.26 | 4.83±1.44 |
| PGM | 0.025±0.02 | 0.038±0.02 | 0.424±0.17 | 0.39±0.19 |
| PC | 40.67±5.36 | 41.27±2.5 | 40.00±5.27 | 41.5±3.27 |

En cuanto a la tasa absoluta de crecimiento instantáneo (peso ganado diariamente, $P_g = (P_f - P_i) / t$), fue similar en ambos tratamientos, 0.50 ± 0.039 para los peces alimentados con parte de proteína vegetal y 0.50 ± 0.030 para los peces alimentados con pienso con proteína de origen animal; lo mismo que la tasa relativa de crecimiento instantáneo ($G_p = ((\ln P_f - \ln P_i) / t) \cdot 100$), que fue de 0.19 ± 0.011 para los peces alimentados con el pienso vegetal y 0.20 ± 0.007 para el pienso formulado con proteína de origen animal. Por lo tanto se puede concluir que no

existen diferencias significativas en cuanto al crecimiento de los peces en ambos tratamientos

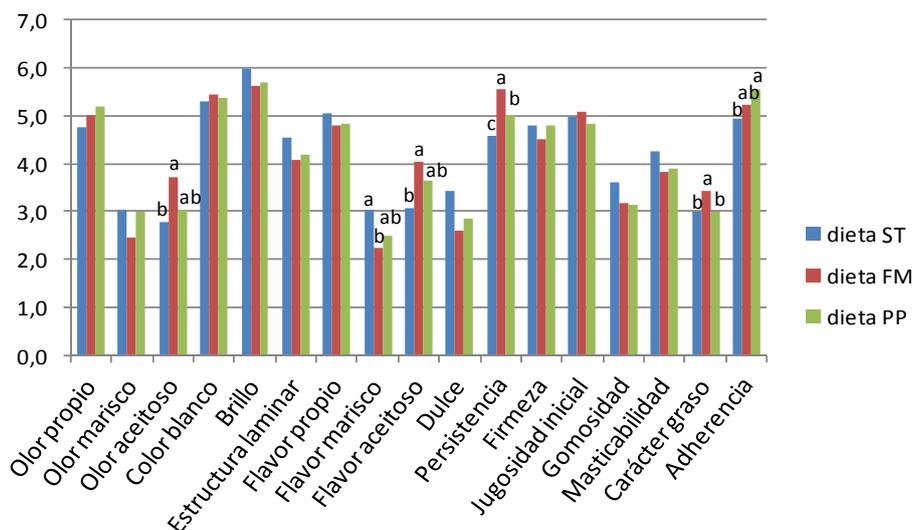
En lo que se refiere a la composición bioquímica en el hígado y músculo del besugo (Tabla 46), los análisis realizados en el CIMA (Xunta de Galicia) revelan que al final del experimento, no hubo diferencias significativas en proteínas y lípidos con las dos dietas probadas. Asimismo, las diferencias tampoco fueron significativas en el contenido en ácidos grasos, excepto en los PUFA (n-6).

Tabla 46. Composición bioquímica en músculo e hígado del besugo alimentado con 2 dietas diferentes. PUFA, ácidos grasos poliinsaturados; SAFA, ácidos grasos saturados; MUFA, ácidos grasos monoinsaturados; PUFA n-3, poliinsaturados serie (n-3), PUFA n-6, poliinsaturados serie (n-6).

| | MÚSCULO | | | HÍGADO | | |
|--------------------------------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | INICIO | FM | PP | INICIO | FM | PP |
| | | FINAL | | | FINAL | |
| PROTEÍNAS (% dw) | 76.92 | 78.31 | 75.59 | 27.13 | 26.99 | 25.53 |
| LÍPIDOS (% dw) | 12.90 | 10.27 | 10.66 | 43.76 | 40.64 | 43.61 |
| ÁCIDOS GRASOS (% TOTAL) | | | | | | |
| PUFA | 29.36 | 41.89 | 40.16 | 31.77 | 25.91 | 27.66 |
| SAFA | 32.90 | 31.65 | 31.18 | 31.99 | 27.87 | 27.89 |
| MUFA | 37.74 | 26.46 | 28.66 | 36.24 | 46.23 | 44.45 |
| Σ n-3 | 20.94 | 31.55 | 28.89 | 22.40 | 16.34 | 16.58 |
| Σ n-6 | 7.84 | 9.35 | 10.35 | 8.64 | 9.12 | 10.61 |

Con estos resultados se puede concluir que la sustitución parcial de proteína animal por proteína de origen vegetal en los piensos de engorde para besugo no causa efectos adversos ni en el crecimiento del pez, ni en el porcentaje de porción comestible y tampoco en el porcentaje de grasa mesentérica acumulada ni en el desarrollo gonadal, digestivo y hepático. Por tanto, una dieta basada en harina de pescado puede ser sustituida parcialmente por harinas de origen vegetal durante la fase de crecimiento del besugo con la certeza de que, tanto su crecimiento como su composición bioquímica, no se verán alteradas significativamente.

En referencia a la valoración sensorial, reseñar que se observaron diferencias significativas para 6 de los 18 atributos incluidos en el perfil. Concretamente, se observaron diferencias significativas para los atributos de olor y flavor aceitoso, olor a marisco, persistencia del sabor, carácter graso y adherencia. Destacar que los besugos alimentados con la dieta FM presentaron un mayor olor y flavor aceitoso que los alimentados mediante la dieta estándar, que los alimentados con la dieta estándar mostraron un mayor flavor a marisco que los alimentados con la dieta FM y que los alimentados mediante la dieta PP presentaron una mayor adherencia que los alimentados mediante la dieta estándar (Figura 106).



Letras a,b,c diferentes indican la existencia de diferencias estadísticas entre los besugos alimentadas mediante las 3 dietas para el atributo en cuestión

Figura 106. Media para cada uno de los atributos evaluados.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN CANTABRIA

Durante los primeros 21 meses, correspondientes al primer periodo experimental, los tratamientos A B C D E y F fueron alimentados con la Dieta 1. Dado que según el diseño experimental cada tratamiento se realiza por triplicado (por mayor claridad y facilidad en el procesamiento denominamos tanque a los tratamientos y por mayor facilidad se utilizan como campos numéricos del 1 al 18, correspondiendo de tres en tres a cada tratamiento). En primer lugar se aplica un análisis de la varianza entre los triplicados para comprobar si hay diferencias en el crecimiento entre las unidades de cada tratamiento, no siendo así se asumen como un único grupo por tratamiento con el fin de aumentar la N y así aumentar la potencia del contraste. Al no apreciarse diferencias significativas entre las unidades de cada grupo, se asume por tanto para el análisis entre tratamientos cada triplicado como un solo grupo. En lo sucesivo, por tanto los tratamientos deberán interpretarse como sigue:

| | | |
|---------------|-------------------------------------|-----------|
| Tratamiento A | → Tanque 1 (Conjunto de los tanques | 1,2,3) |
| Tratamiento B | → Tanque 2 (“ “ “ | 4,5,6) |
| Tratamiento C | → Tanque 3 (“ “ “ | 7,8,9) |
| Tratamiento D | → Tanque 4 (“ “ “ | 10,11,12) |
| Tratamiento E | → Tanque 5 (“ “ “ | 13,14,15) |
| Tratamiento F | → Tanque 6 (“ “ “ | 16,17,18) |

Durante los 10 primeros meses el tratamiento A presenta un mejor crecimiento con una media de 506,45 g y una media general de alrededor de 370 g para los demás grupos, siendo el menor, el grupo F con 336 g (harina se soja y aceite de

linaza) (Figura 107). La significación entre grupos puede verse en el cuadro que se presenta a continuación donde se puede observar que hay diferencias significativas entre el tratamiento A y todos los demás y además entre el tratamiento F y el B, siendo la única diferencia entre los tratamientos el uso del 100% de aceite de linaza (F) y el 100% de aceite de hígado de bacalao (B). Esto queda también reflejado en la figura 108 donde se presentan los incrementos de peso en este periodo.

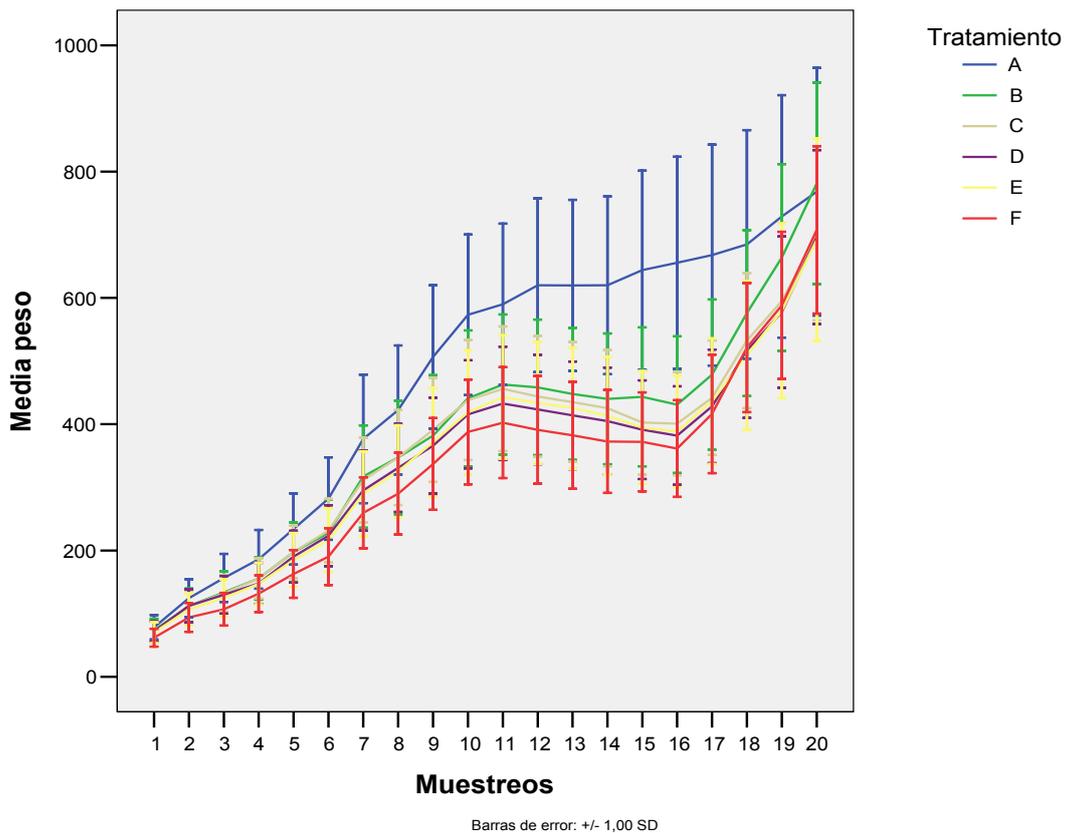


Figura 107. Crecimiento de los distintos tratamientos con la Dieta 1.

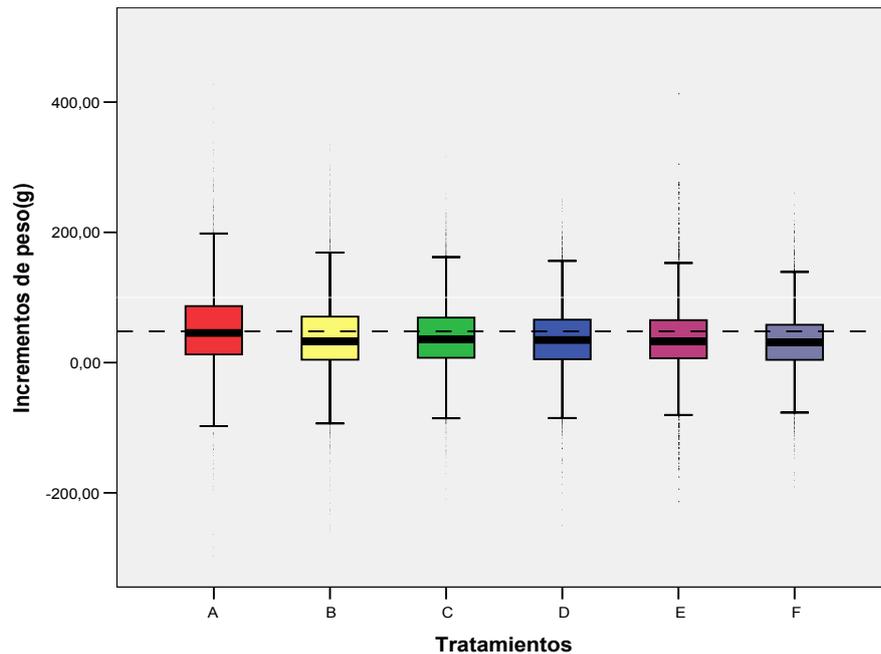


Figura 108. Incrementos de peso.

Los siguientes 6 meses, correspondientes al segundo periodo experimental se suministró la Dieta 2, identificándose los tratamientos A (Tanque 1); B2 (Tanque 2); C2 (Tanque 3); D2 (Tanque 4); E2(Tanque 5) y F2(Tanque 6). Como en el diseño experimental anterior, al no haber diferencias significativas entre los triplicados, se asumen estos como un único grupo. En la figura 109 se puede ver gráficamente este resultado y observar que es el grupo B2 el que presenta un mejor crecimiento.

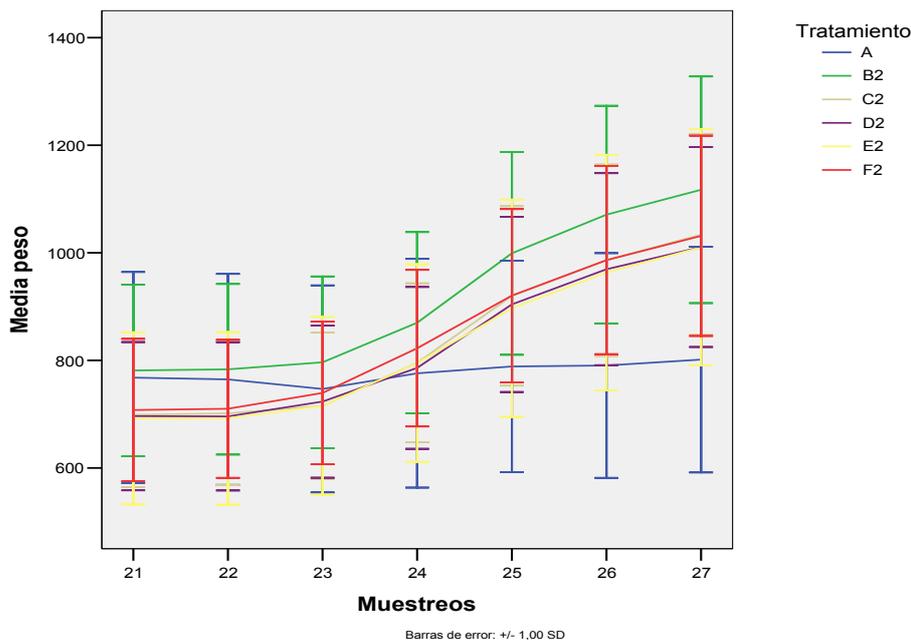


Figura 109. Crecimiento de los distintos tratamientos con la Dieta 2.

El tercer periodo experimental tuvo una duración de 9 meses. En la Dieta 3 los tratamientos correspondientes con los tanques fueron: A (Tanque 1); B2 (Tanque 2); C2(Tanque 3); D2 (Tanque 4); E2(Tanque 5) y F3(Tanque 6). Es decir que sólo cambia el tratamiento F. Como en los diseños experimentales anteriores, al no haber diferencias significativas entre los triplicados, se asumen estos como un único grupo. Se puede observar como mejora en el crecimiento el grupo F3, aunque no haya diferencias significativas con los demás grupos (excepción del A), este grupo es el único que en esta dieta cambia de composición siendo ésta de harina de pescado y 100% de aceite de pescado (Figura 110)..

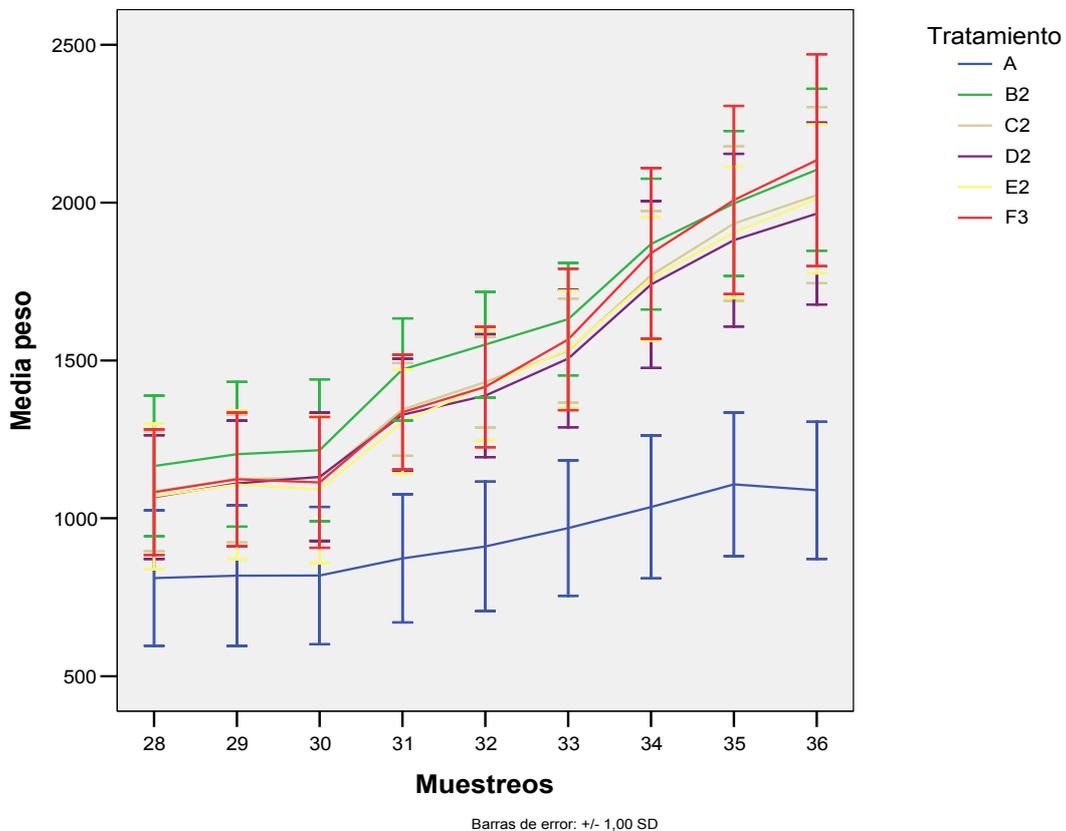


Figura 110. Crecimiento de los distintos tratamientos con la Dieta 3.

Se muestran a continuación (Tablas 47 a 50) las tasas de crecimiento (instantáneo y relativo) de crecimiento así como el índice de condición y el crecimiento relativo para los distintos periodos experimentales con las distintas dietas en su caso; los periodos temporales se corresponden con dichos periodos experimentales y las dietas ya descritas por orden cronológico, incluyendo el primer trimestre del año 2012.

Tabla 47. Tasa relativa de crecimiento instantáneo o tasa de crecimiento.

| Meses/año | A | B | C | D | E | F |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Enero/2009- Octubre/2010 | 10.377 | 10.755 | 10.343 | 10.317 | 10.412 | 11.078 |
| Octubre/2010- Mayo/2011 | 0.725 | 5.961 | 6.536 | 6.224 | 6.318 | 6.280 |
| Mayo/2011- Marzo/2012 | 2.839 | 6.102 | 6.521 | 6.594 | 6.572 | 6.904 |

Tabla 48. Tasa absoluta de crecimiento instantáneo.

| Meses/año | A | B | C | D | E | F |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Enero/2009- Octubre/2010 | 1.045 | 1.072 | 0.950 | 0.945 | 0.942 | 0.978 |
| Octubre/2010- Mayo/2011 | 0.185 | 1.866 | 1.861 | 1.747 | 1.768 | 1.798 |
| Mayo/2011- Marzo/2012 | 0.888 | 3.234 | 3.285 | 3.260 | 3.246 | 3.549 |

Tabla 49. Crecimiento relativo.

| Meses/año | A | B | C | D | E | F |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Enero/2009- Octubre/2010 | 879.75 | 964.74 | 873.08 | 867.12 | 888.07 | 1044.07 |
| Octubre/2010- Mayo/2011 | 4.35 | 42.98 | 47.93 | 45.15 | 46.00 | 45.74 |
| Mayo/2011- Marzo/2012 | 36.58 | 95.54 | 104.85 | 106.45 | 106.03 | 11353 |

Tabla 50. Índice de condición.

| Meses/año | A | B | C | D | E | F |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| Enero/2009 | 2.13 | 2.21 | 2.11 | 2.11 | 2.13 | 2.07 |
| Octubre/2010 | 1.85 | 2.19 | 2.06 | 2.14 | 2.13 | 2.10 |
| Mayo/2011 | 1.92 | 2.25 | 2.24 | 2.20 | 2.17 | 2.21 |
| Marzo/2012 | 2.06 | 2.51 | 2.47 | 2.48 | 2.50 | 2.55 |

Se analizó, también, si hubiera habido diferencias en el comportamiento del crecimiento durante los periodos mas cálidos y mas fríos, enero-marzo y julio-septiembre, durante la duración de la experiencia (Figura 111), resultando tras la aplicación del MANOVA que muestran el mismo patrón de comportamiento entre ellos que en los demás periodos de tiempo, con independencia de la temperatura, sin variaciones significativas entre tratamientos en los periodos citados a nivel del 95% ($p > 0.05$).

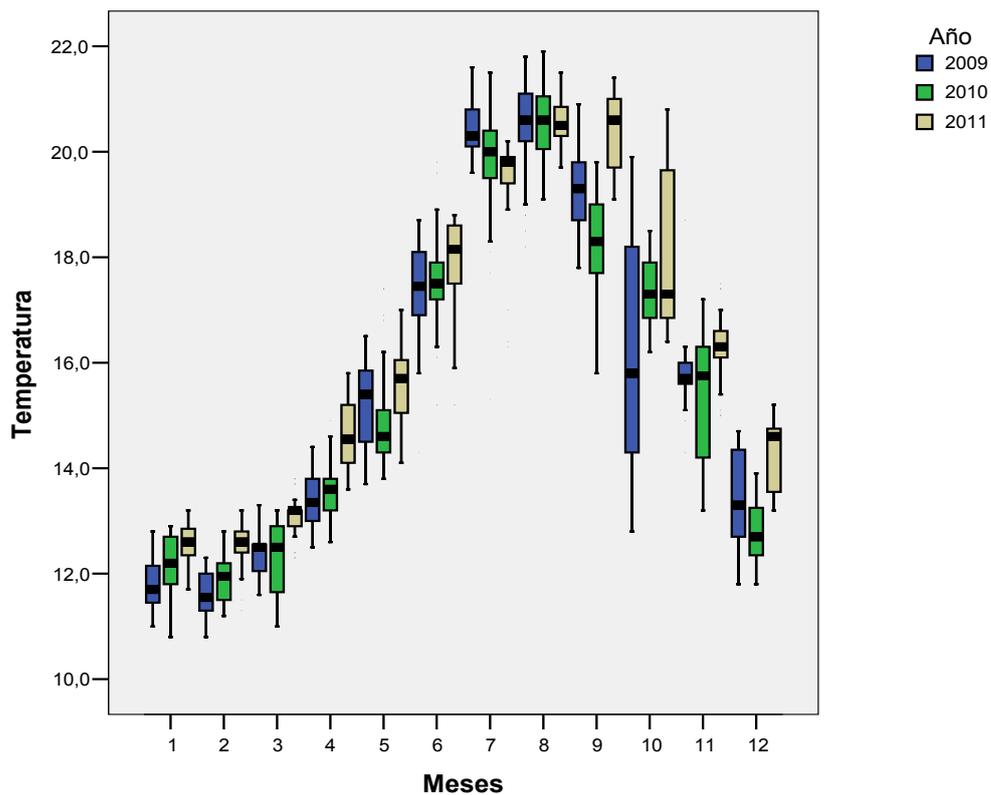


Figura 111. Comportamiento del crecimiento durante los periodos mas cálidos y mas fríos.

En el siguiente cuadro (Tabla 51) se exponen las tasa de crecimiento específico en dichos periodos para los tratamientos correspondientes.

Tabla 51. Tasa relativa de crecimiento instantáneo o tasa de crecimiento.

| Meses/año | A | B | C | D | E | F |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Enero/2009- Marzo/2009 | 0.514 | 0.472 | 0.492 | 0.494 | 0.466 | 0.465 |
| Julio/2009- Sptiembre/2009 | 0.289 | 0.367 | 0.328 | 0.309 | 0.324 | 0.345 |
| Enero/2010- Marzo/2010 | 0.054 | 0.035 | 0.051 | 0.048 | 0.044 | 0.056 |
| Tratamiento | A | B2 | C2 | D2 | E2 | F2 |
| Julio/2010- Septiembre/2010 | 0.098 | 0.364 | 0.330 | 0.333 | 0.315 | 0.384 |
| Enero/2011- Marzo/2011 | 0.020 | 0.231 | 0.238 | 0.234 | 0.213 | 0.202 |
| Julio2011- Septiembre2011 | 0.119 | 0.271 | 0.266 | 0.227 | 0.293 | 0.267 |

En el siguiente cuadro (Tabla 52) se muestra la composición corporal del músculo de los distintos tratamientos en muestras homogeneizadas de 10 ejemplares cada una, durante el primer periodo de dieta y se muestra como comparación la composición de los rodaballos salvajes en misma época del año.

Tabla 52. Composición corporal del músculo de los distintos tratamientos.

| | Salvaje | A | B | C | D | E | F |
|---------------------------------|---------|------|------------|------------|------|------|------|
| Humedad (100°C)% | 80.2 | 78.1 | 75.8 | 76.7 | 77.9 | 76.9 | 77.1 |
| Cenizas totales (550°C)% | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.2 | 1.2 |
| Grasa Bruta (Hidrólisis ácida)% | 0.4 | 1.2 | 3.8 | 4.1 | 1.5 | 2.2 | 2.4 |
| Proteína (Nx6,25)% | 18.2 | 19.5 | 18.9 | 18.0 | 18.8 | 19.2 | 18.8 |
| Hidratos de Carbono% | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Energía Kcal/100g | 76 | 89 | 111 | 109 | 91 | 99 | 99 |
| Energía Kj/100g | 321 | 375 | 467 | 457 | 384 | 416 | 417 |

La mortalidad sólo tuvo valores de cierta relevancia en el primer año, por si esta fuera atribuible a los tratamientos se procesó mediante análisis de supervivencia, tal y como se indicó en los métodos estadísticos, sin mostrar significación ninguna entre ellos para los test de Mantel-Cox, Breslow y Tarone-Ware entre cada uno de los tratamientos.

Como conclusión, durante los 10 primeros meses el tratamiento A (pasta de pescado, harina de soja, sin adición de aceite), presenta un mejor crecimiento con una media de 506,45 g frente a una media general de alrededor de 370 g para los demás grupos, con diferencias de crecimiento significativas frente a todos ellos. Dado que es alimentado con harina de soja, aunque de alta calidad, esto supondría un beneficio económico en harina de un 50% aproximadamente, además de los beneficios de sostenibilidad no cuantificables pero si valorables, puesto que ya adquieren en este periodo, en el caso del rodaballo, una talla comercial. No obstante el tratamiento conlleva un 50% de pasta de pescado lo cual disminuiría los beneficios, aunque no lleva aceite, (el precio es igual para ambos tipos de aceite).

Esta técnica de alimentación sería válida hasta el peso citado, sacando el producto a la venta, si sensorialmente es aceptable, o cambiando la dieta si se quiere llegar a pesos mayores. El grupo de menor crecimiento es aquel que lleva ambos componentes vegetales, F (harina de soja y 100% de aceite de linaza), sin embargo el crecimiento mejora significativamente cuando se utiliza la misma harina con el 100% de aceite de pescado, B.

Como quiera que a partir de este primer periodo de diez meses el crecimiento del grupo A disminuye frente a los demás y que aquellos que son alimentados exclusivamente con harina de soja y aceite de linaza manifiestan un descenso progresivo en la ingesta de tal manera que a partir de los 21 meses de tratamiento estos han de ser suplementados con harina de pescado para mantener su crecimiento. A los 28 meses el grupo F alimentado con aceite de linaza al 100% ha de ser sustituido por razones de ingesta y crecimiento por aceite de hígado de bacalao en el 100% con lo que manifiesta una notable mejora aunque no significativa, en el crecimiento; todo ello indica según los tratamientos utilizados en el rodaballo que las dietas basadas exclusivamente en proteína y aceite vegetal no son eficaces.

Teniendo en cuenta que no existen diferencias de costos entre ambos aceites, habría que buscar razones de sostenibilidad y establecer las diferencias económicas en el uso de las harinas, puesto que la harina de soja es aproximadamente un 45% mas barata que la de pescado, además de las razones de sostenibilidad.

De los resultados se desprende que la combinación a partes iguales de ambas harinas produce un buen crecimiento en peso potenciado, aunque no en cantidades significativas, según la proporción mayor o menor de aceite de hígado de bacalao. Todo lo cual permite formular un pienso que equilibre economía y sostenibilidad. Los análisis corporales indican un mayor contenido en grasa en

los grupos alimentados con mayor proporción de aceite de pescado. No se aprecian diferencias en el crecimiento, entre las dietas, frente a las distintas temperaturas ambientales. No hay diferencias en la supervivencia entre las distintas dietas. No obstante hay que señalar que fueron cambiadas en orden a mantener la ingesta en los periodos en que se detectó la bajada de las mismas, a partir del mes 21 de los mismos tratamientos.

En el análisis sensorial, no se han detectado diferencias entre dietas. Reseñar únicamente que la persistencia del sabor tras la deglución así como el grado de blancura en el filete tras el cocinado son los atributos que más variabilidad justifican dentro del perfil (Figura 112).

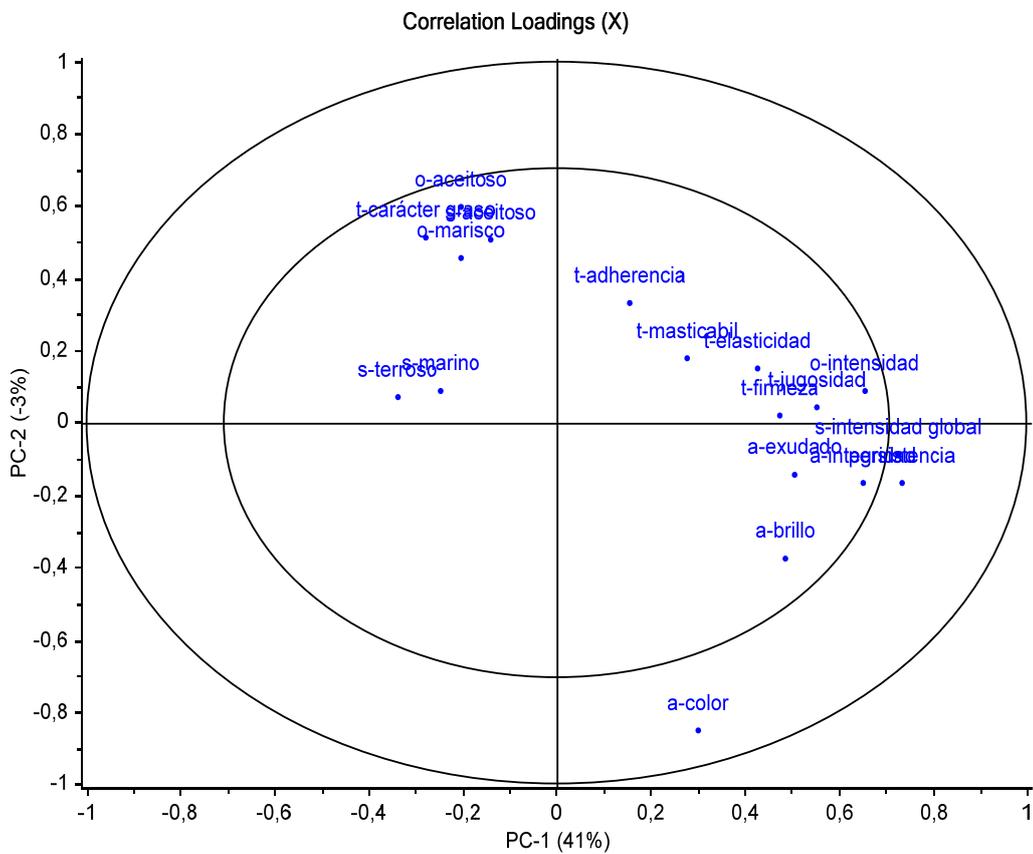


Figura 112. Correlación entre el PC1 y el PC2. Las elipses marcan el 50% y 100% de los límites de la varianza explicada.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN CANARIAS

Los resultados de crecimiento del engorde tras los sucesivos muestreos y tras finalizar la primera parte de la experiencia se detallan en la figura 113.

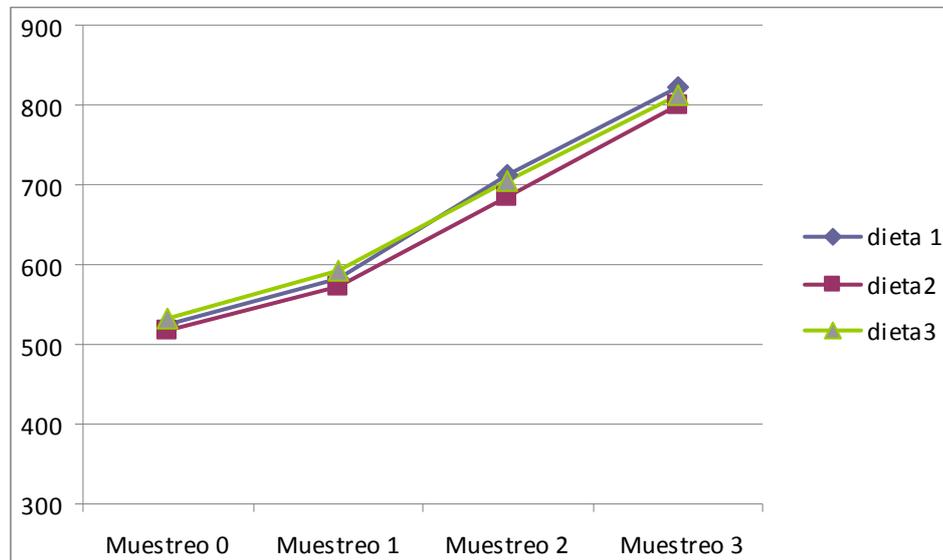


Figura 113. Resultados del crecimiento en peso.

Se observan diferencias significativas en peso ($p < 0,05$) con respecto a la dieta, siendo la dieta 2 diferente de la 3 y la 1 entre las que no hay diferencias en el crecimiento. Los peces alimentados con la dieta 2 han tenido un crecimiento menor que los alimentados con las otras dos dietas. Los peces alimentados con la dieta de aceite de pescado (dieta 3) y que ingirieron menos cantidad de alimento que los alimentados con la dieta 1 (aceites vegetales) no han visto penalizado su crecimiento.

Con respecto a la analítica bioquímica del filete, los resultados no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$) debidas a la dieta con respecto a contenido en lípidos, proteínas, cenizas ni humedad. Pero si hay diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los distintos muestreos. En el muestreo 3 los datos del análisis bioquímico son menores que los de los tres anteriores. En la figura 114 se puede observar como la cantidad de lípidos varía de un muestreo a otro lo cual es debido a las diferencias en la cantidad de alimento ingerido y no debido a las diferentes dietas. Así mismo se observa un marcado descenso en el muestreo 3 que coincide con una mayor movilización de reservas debido a que han sufrido la maduración sexual.

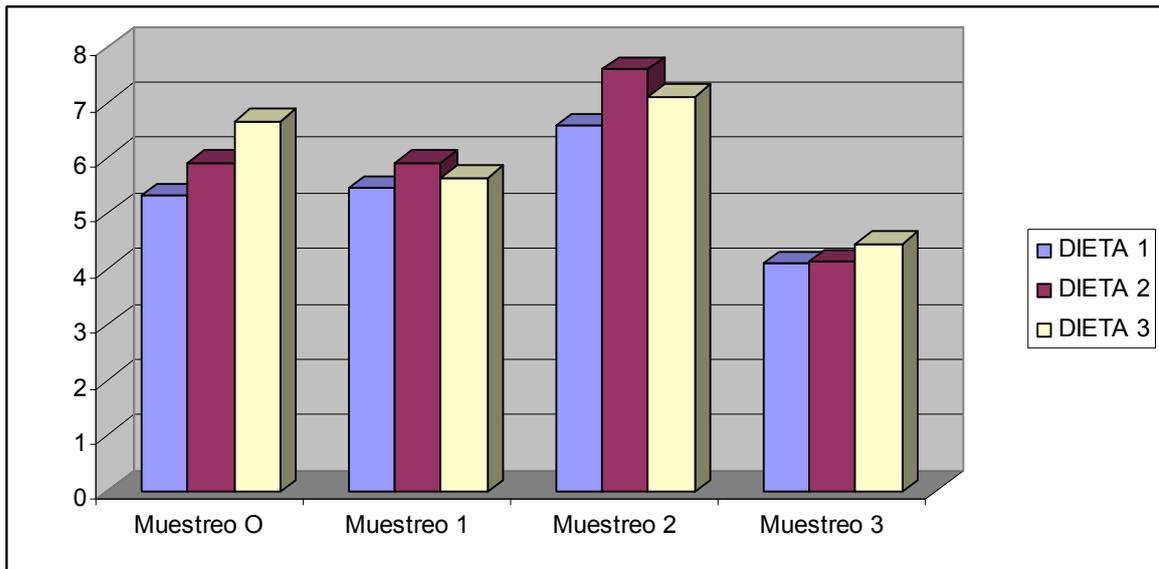


Figura 114. Porcentaje de lípidos en músculo.

Con respecto al perfil de ácidos grasos, sí se encuentran diferencias ($p < 0,05$) entre las dietas para todos los ácidos grasos estudiados salvo para el sumatorio de los n-9 y para el oleico. En las figuras 115 a 117 se puede observar como en los filetes de los peces alimentados con la dieta 3 (aceite de pescado) están presentes una cantidad diferente de los ácidos grasos estudiados respecto a las otras dietas. El perfil de ácidos grasos de las dietas 1 y 2 son muy similares entre si ($p > 0,05$). Estos datos indican que los peces que han comido más (alimentados con la dieta 1) no han depositado más ácidos grasos que los que han comido menos (alimentados con la dieta 2). Como era de esperar, el perfil de ácidos grasos es diferente entre las dietas para todos los ácidos grasos estudiados salvo para el sumatorio de los n-9 y para el oleico.

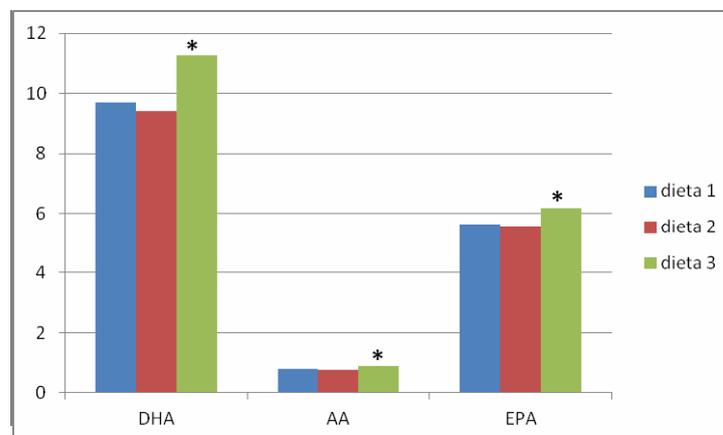


Figura 115. Porcentaje (g por 100 g de grasa) de DHA, EPA y AA.

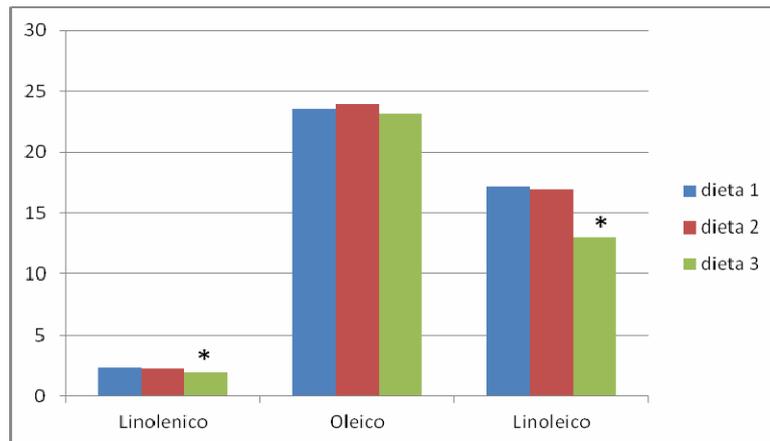


Figura 116. Porcentaje (g por 100 g de grasa) de linolénico, oleico y linoleico.

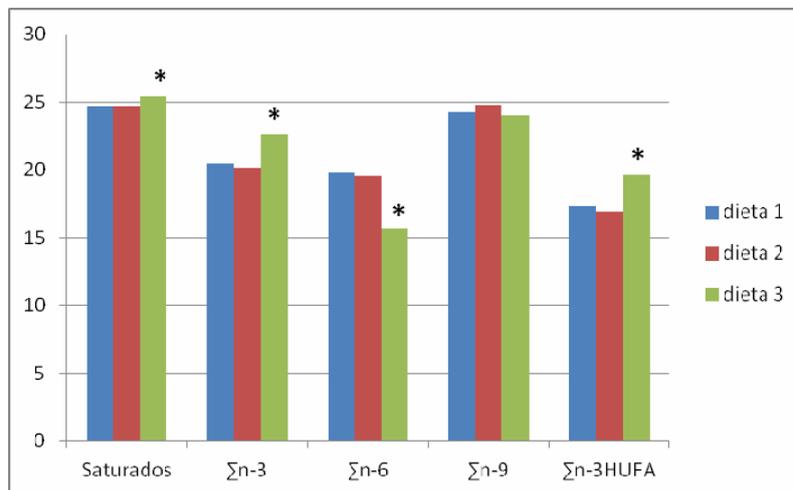


Figura 117. Porcentaje (g por 100 g de grasa) de saturados, n-3, n-6, n-9 y n-3HUFA.

En la misma dirección de ineficacia en cuando al posible efecto de desengrasado del filete, tampoco el porcentaje de grasa mesentérica ha sido diferente entre dietas. Si ha habido un efecto muestreo, ya que la evolución ha sido de descenso a lo largo de la experiencia (Tabla 53).

Tabla 53. Porcentaje de grasa mesentérica (Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$)).

| | Muestreo 0 | Muestreo 1 | Muestreo 2 | Muestreo 3 |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| DIETA1 | 8.203 \pm 0,64 a | 6.55 \pm 6,91 ab | 7.37 \pm 0,64 ab | 6.05 \pm 0,74 b |
| DIETA2 | 7.119 \pm 0,64 a | 6.62 \pm 0,64 ab | 7.21 \pm 0,64 ab | 5.41 \pm 0,69 b |
| DIETA3 | 7.749 \pm 0,64 a | 7.32 \pm 6,91 ab | 5.94 \pm 0,64 ab | 6.4 \pm 0,61 ab |

A pesar de no encontrarse diferencias significativas para los atributos sensoriales tras finalizar esta primera parte del experimento, el análisis factorial muestra una especial trascendencia de gran parte de los caracteres de textura así como intensidad global de olor, sabor y persistencia del mismo (Figura 118).

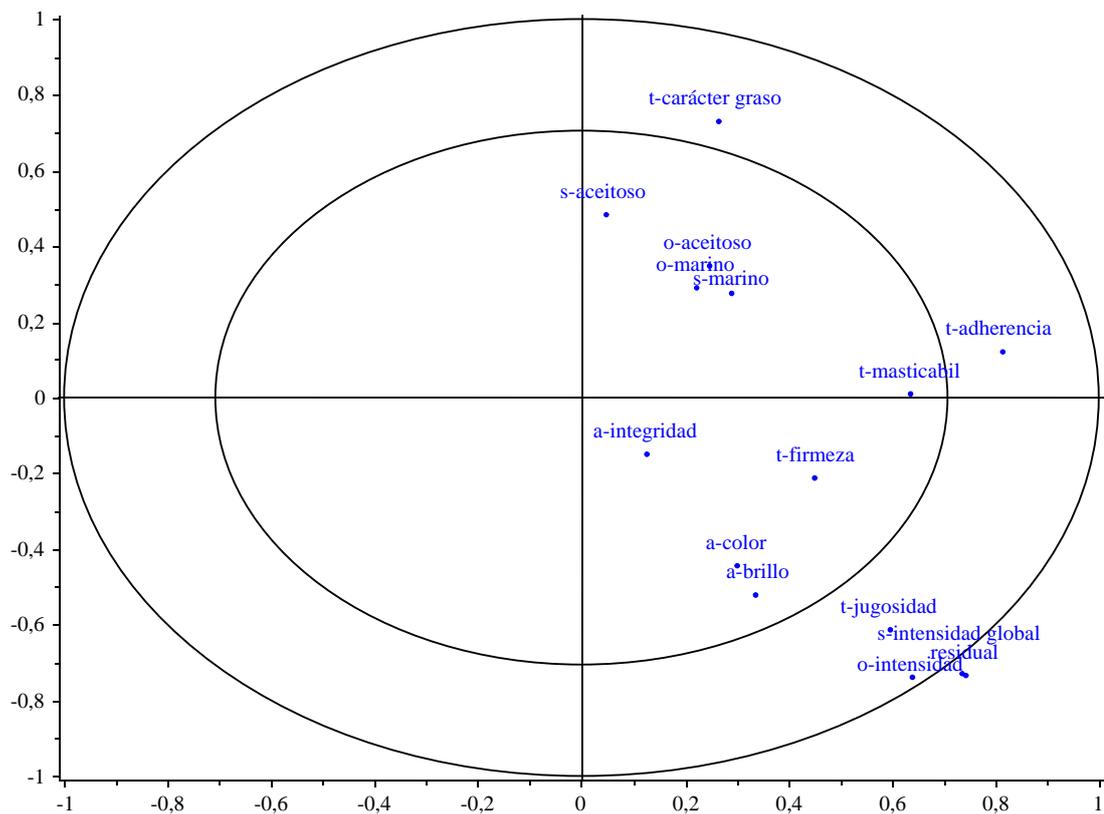


Figura 118. Correlación entre el PC1 y el PC2. Las elipses marcan el 50% y 100% de los límites de la varianza explicada.

Los resultados de crecimiento de la segunda fase del engorde se detallan en la figura 119. Se observa una clara ganancia de peso con respecto al tiempo de engorde, pero sin que haya diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las diferentes dietas.

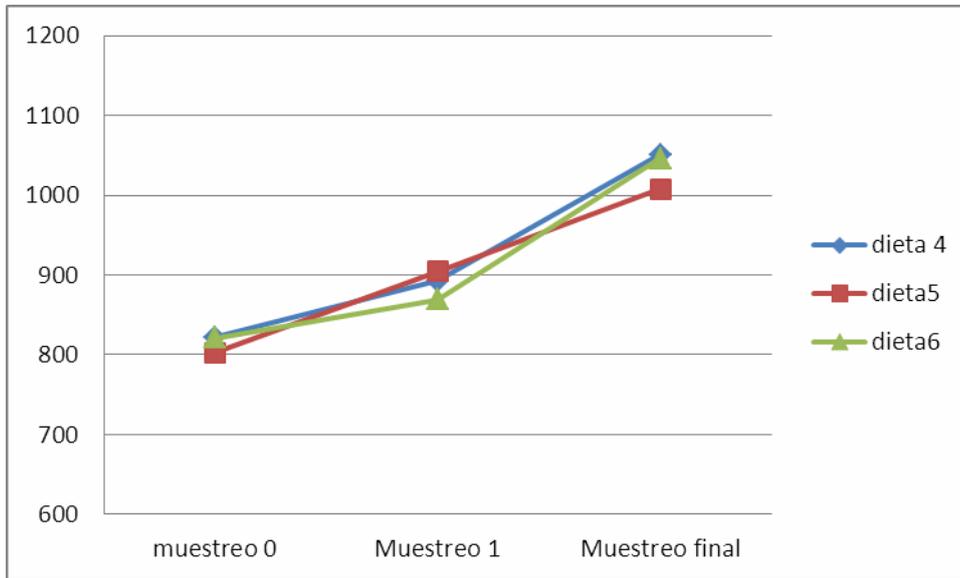


Figura 119. Resultados del crecimiento en peso de la fase 2 del engorde.

Con respecto al índice de conversión hay diferencias debidas a las dietas siendo el índice de conversión mayor en la dieta 4 (Figura 120).

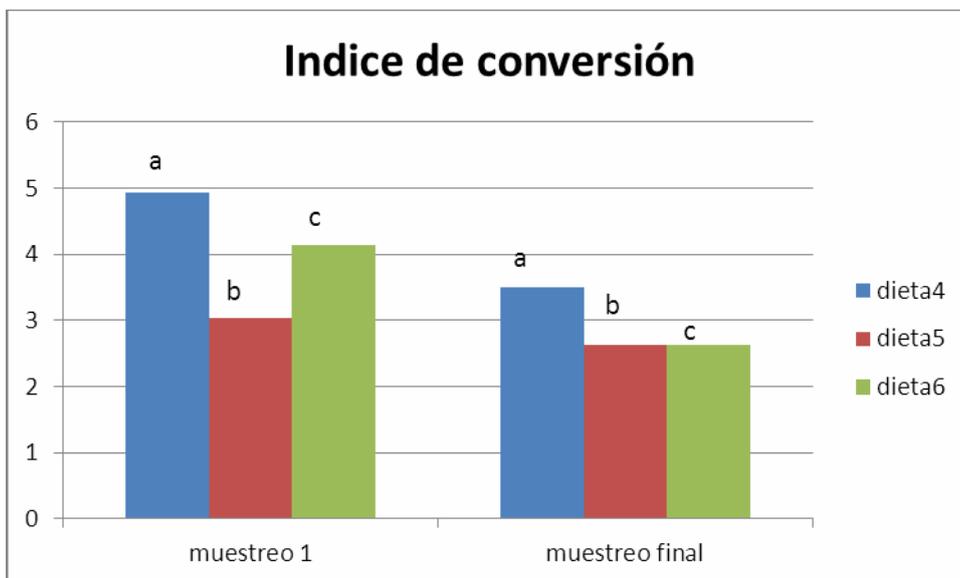


Figura 120. Índice de conversión.

Con respecto a la analítica bioquímica del filete, los resultados no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$) debidas a la dieta con respecto a contenido en

lípidos, proteínas, cenizas ni humedad. Si se observan diferencias significativas entre las dietas para todos los ácidos grasos estudiados salvo para el sumatorio de los n-9 y para el oleico. En las figuras 121 a 123 se puede observar como en los filetes de los peces alimentados con la dieta 6 (aceite de pescado) están presentes una cantidad diferente de los ácidos grasos estudiados respecto a las otras dietas. El perfil de ácidos grasos de las dietas 4 y 5 son muy similares entre sí ($p > 0,05$). Estos datos indican que los peces que han comido más (alimentados con la dieta 4) no han depositado más ácidos grasos que los que han comido menos (alimentados con la dieta 5).

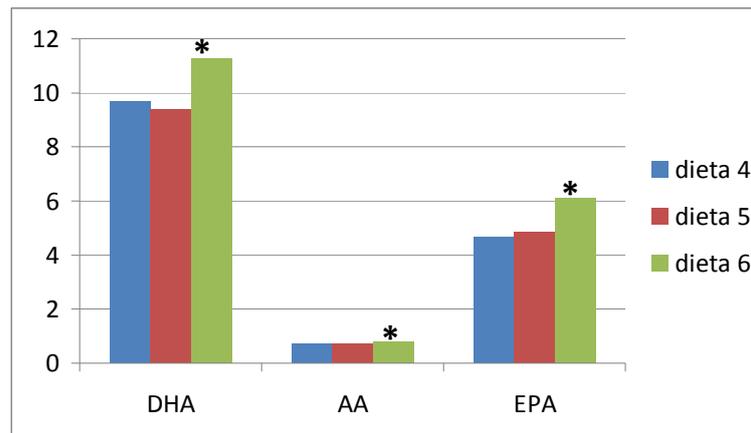


Figura 121. Porcentaje (g por 100 g de grasa) de DHA, EPA y AA.

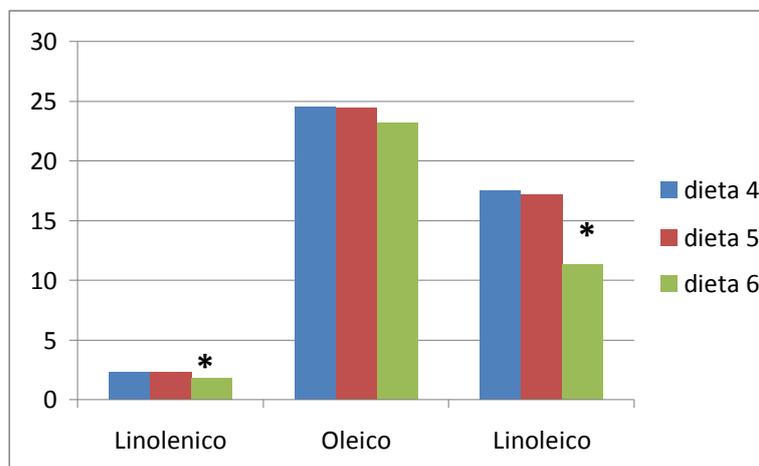


Figura 122. Porcentaje (g por 100 g de grasa) de linolénico, oleico y linoleico.

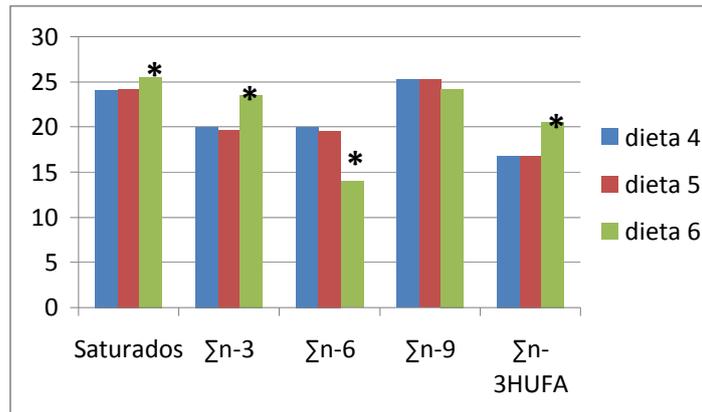


Figura 123. Porcentaje (g por 100 g de grasa) de saturados, n-3, n-6, n-9 y n-3HUFA.

Con respecto a los índices biométricos en las tablas 54 y 55 se pueden ver los resultados obtenidos, no habiendo diferencias significativas entre dietas ni entre muestreos.

Tabla 54. Índices biométricos ± E.T. (ausencia de letras en la misma fila indican no diferencias significativas ($p > 0,05$))

| | % GRASA MESENTERICA | | IDIGESTOSOMATICO | |
|--------|---------------------|------------|------------------|------------|
| | MUESTREO0 | MUESTREO1 | MUESTREO0 | MUESTREO1 |
| DIETA4 | 5.08 ±2.5 | 6.87±3.76 | 1.50 ±0.37 | 2.38±1.55 |
| DIETA5 | 5.08 ±1.7 | 6.74 ±0.55 | 1.56 ±0.13 | 1.83 ±0.08 |
| DIETA6 | 5.45 ±1.5 | 7.1±0.39 | 1.49 ±0.23 | 1.62±0.08 |

Tabla 55. Índices biométricos ± E.T. (ausencia de letras en la misma fila indican no diferencias significativas ($p > 0,05$))

| | % COMESTIBLE | | I HEPATOSOMATICO | |
|--------|--------------|-------------|------------------|------------|
| | MUESTREO0 | MUESTREO1 | MUESTREO0 | MUESTREO1 |
| DIETA4 | 38.36 3.2 | 41.65±1.53 | 2.37±0.15 | 1.95±0.15 |
| DIETA5 | 38.74 ±1.45 | 42.17 ±1.18 | 2.16 ±0.15 | 2.05 ±0.15 |
| DIETA6 | 39.43±1.55 | 39.94±1.50 | 1.99 ±0.15 | 1.75 ±0.15 |

Tampoco se han encontrado diferencias significativas entre los atributos sensoriales al finalizar la segunda parte del experimento. En este caso, junto con las texturas relativas a la firmeza y jugosidad, los atributos a los que hay que asignar una mayor responsabilidad de la variación en el modelo son los relacionados con la apariencia y con la intensidad global de olor y sabor (Figura 124).

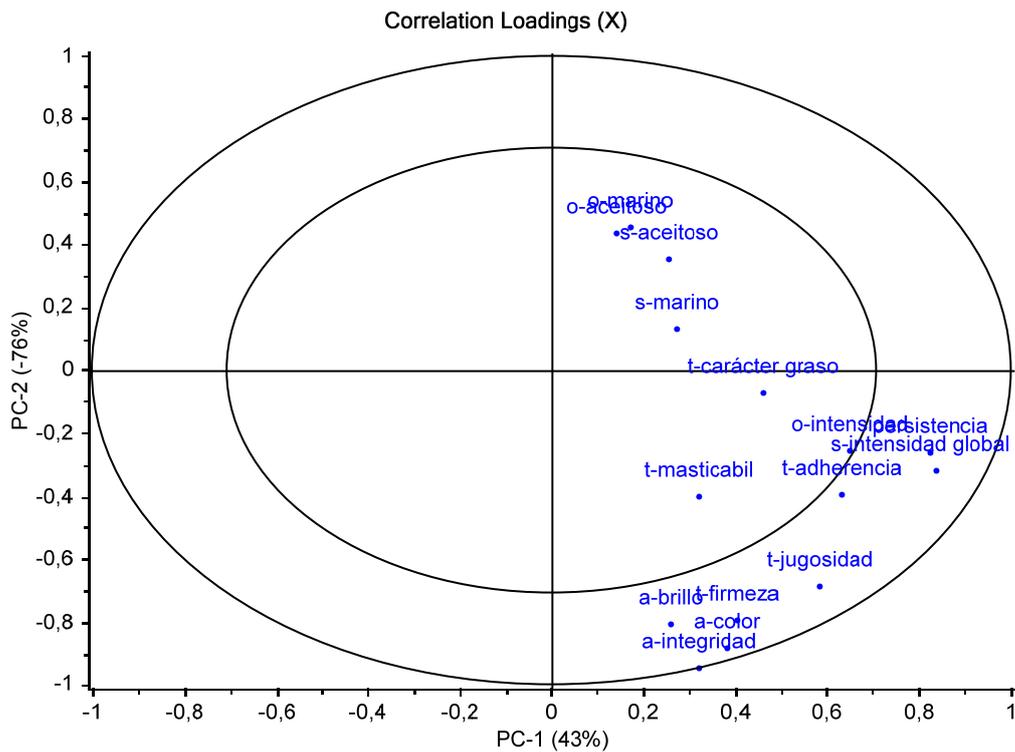


Figura 124. Correlación entre el PC1 y el PC2. Las elipses marcan el 50% y 100% de los límites de la varianza explicada.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN BALEARES

Se presentan las curvas de engorde para la primera parte del experimento en 2001 (Figuras 125 y 126). De estos resultados de engorde se desprende que no existen diferencias de crecimiento ni en peso ni en talla entre los 3 piensos testados (ANOVA, $P > 0,05$).

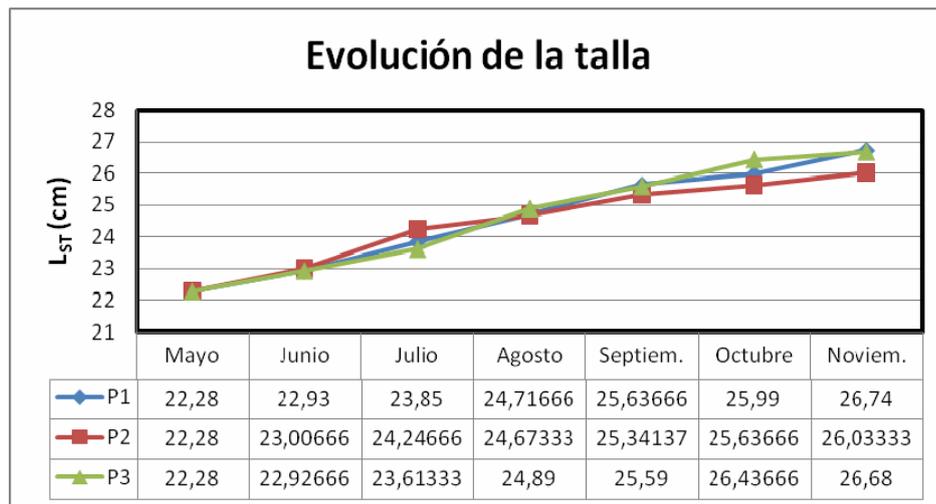


Figura 125. Evolución de la talla en la primera parte del experimento.

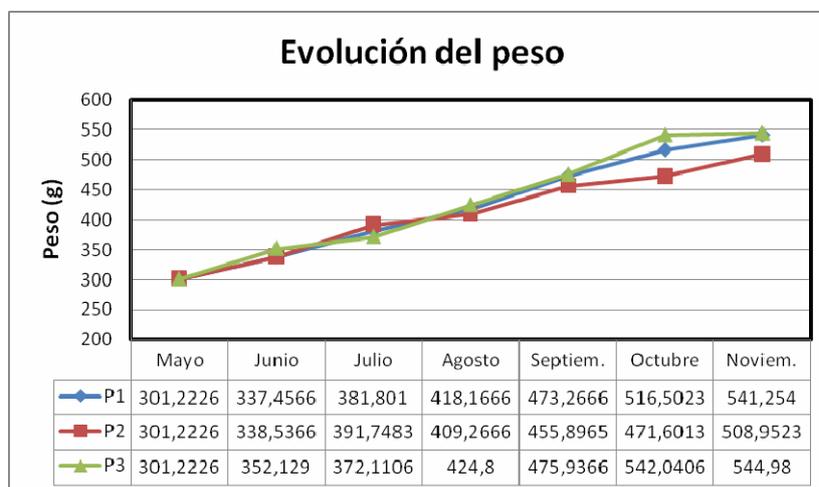


Figura 126. Evolución del peso en la primera parte del experimento.

En la segunda parte del experimento, durante 2012 (Figuras 127 y 128) con los piensos de acabado, sí existen diferencias de crecimiento entre los 3 piensos testados en talla, (ANOVA, $F=6,185$; $P < 0,01$) pero no en peso (ANOVA, $P > 0,05$).

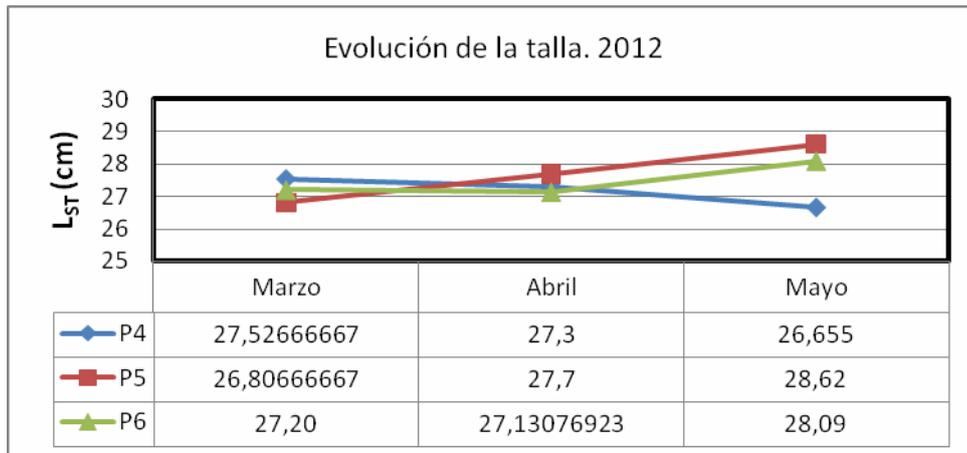


Figura 127. Evolución de la talla en la segunda parte del experimento.

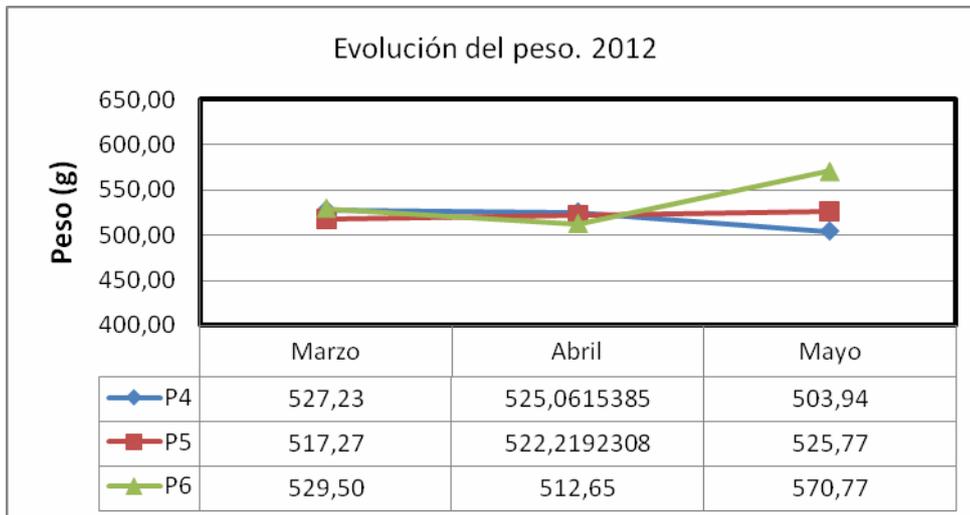


Figura 128. Evolución del peso en la segunda parte del experimento.

En las Tablas 56 y 57 se presentan los diversos índices biométricos obtenidos al final de cada fase de la experiencia.

Tabla 56. Índices biométricos en la primera parte del experimento.

| Jaula | Pienso 1 | Pienso 2 | Pienso 3 |
|---|----------|----------|----------|
| Tasa absoluta de crecimiento: $P_g = (P_f - P_i)t$ | 1,320 | 1,149 | 1,324 |
| Tasa relativa de crecimiento instantáneo: $G_p = ((\ln P_f - \ln P_i)/t) * 100$ | 0,322 | 0,290 | 0,322 |
| Ingesta Absoluta: $A = (Pienso/t)/N$ | 4,038 | 3,717 | 3,801 |
| Ingesta Relativa: $I = ((Pienso/t) * 100) / (N * (P_f + P_i)/2)$ | 0,999 | 0,948 | 0,941 |
| Índice de conversión: $IC = Pienso / (N * (P_f - P_i))$ | 3,174 | 3,952 | 3,189 |
| Índice de eficiencia alimenticia $IEA = (N * (P_f - P_i)) / Pienso$ | 0,330 | 0,325 | 0,349 |

Tabla 57. Índices biométricos en la segunda parte del experimento.

| Jaula | Pienso 4 | Pienso 5 | Pienso 6 |
|---|----------|----------|----------|
| Tasa absoluta de crecimiento: $P_g = (P_f - P_i)t$ | 0,352 | 0,1474 | 0,531 |
| Tasa relativa de crecimiento instantáneo: $G_p = ((\ln P_f - \ln P_i)/t) * 100$ | 0,068 | 0,0283 | 0,096 |
| Ingesta Absoluta: $A = (Pienso/t)/N$ | 2,012 | 1,481 | 1,504 |
| Ingesta Relativa: $I = ((Pienso/t) * 100) / (N * (P_f + P_i)/2)$ | 0,387 | 0,284 | 0,282 |
| Índice de conversión: $IC = Pienso / (N * (P_f - P_i))$ | -11,765 | 11,577 | -0,437 |
| Índice de eficiencia alimenticia $IEA = (N * (P_f - P_i)) / Pienso$ | -0,156 | 0,108 | 0,221 |

En la figuras 129 a 134 se presenta la evolución seguida por estos índices a lo largo del experimento.

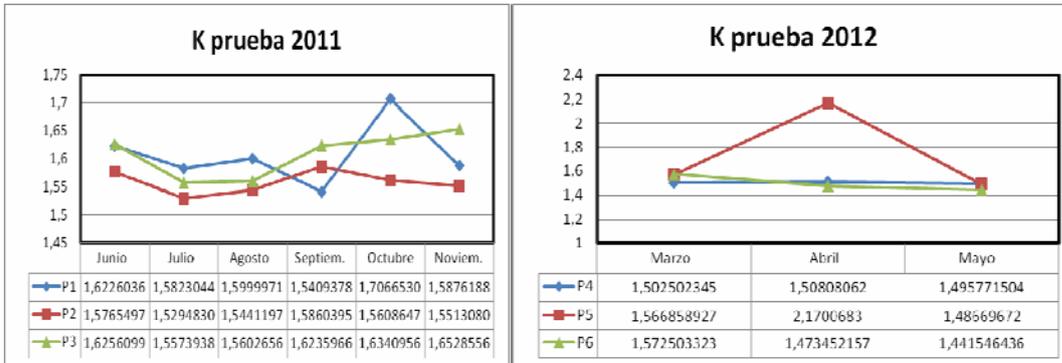


Figura 129. Índice de Condición (K).

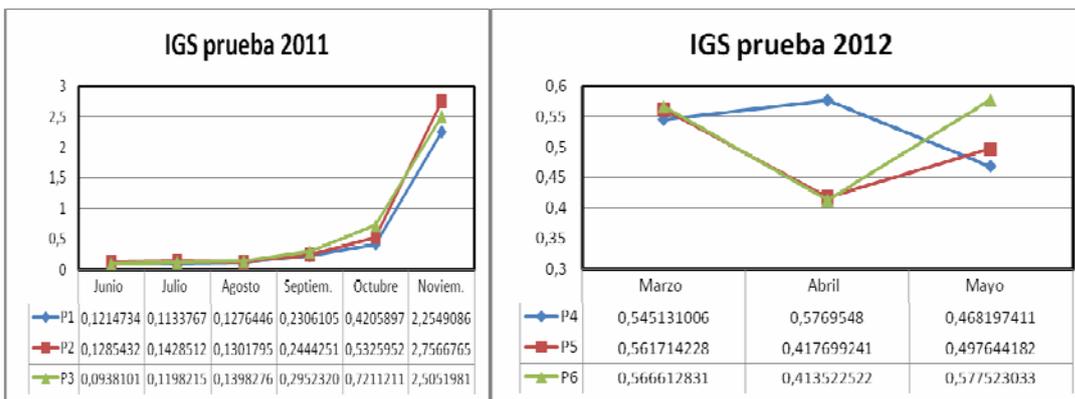


Figura 130. Índice Gonadosomático (IGS).

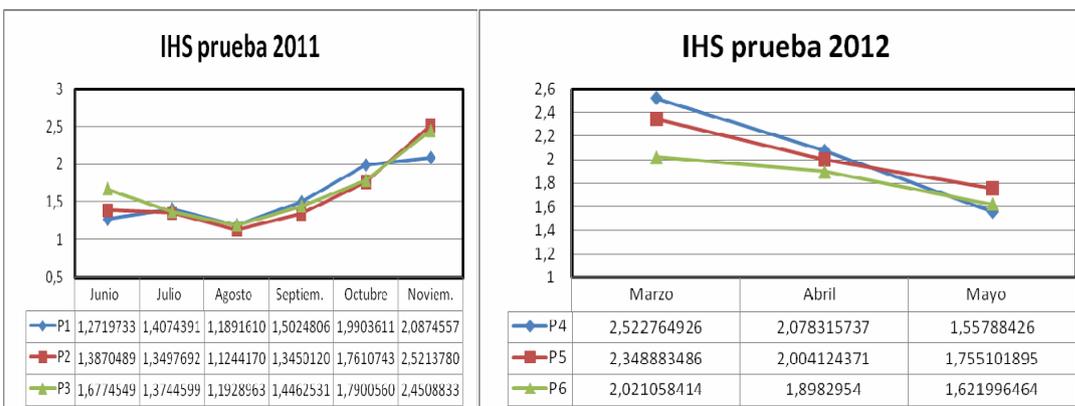


Figura 131. Índice Hepatosomático (IHS).

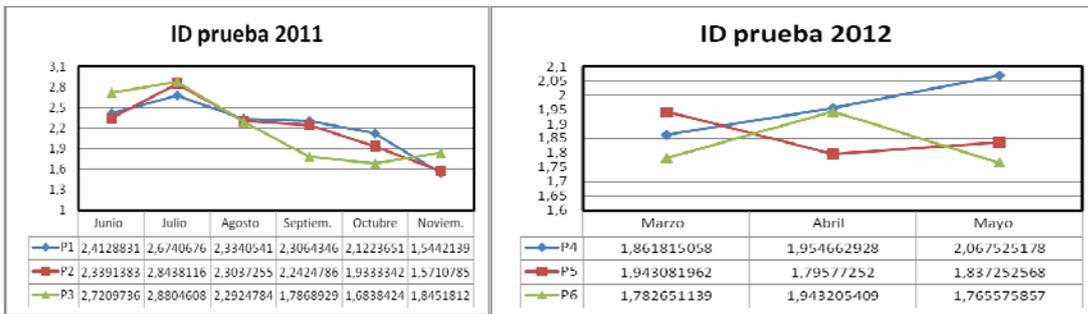


Figura 132. Índice Digestosomático (ID).

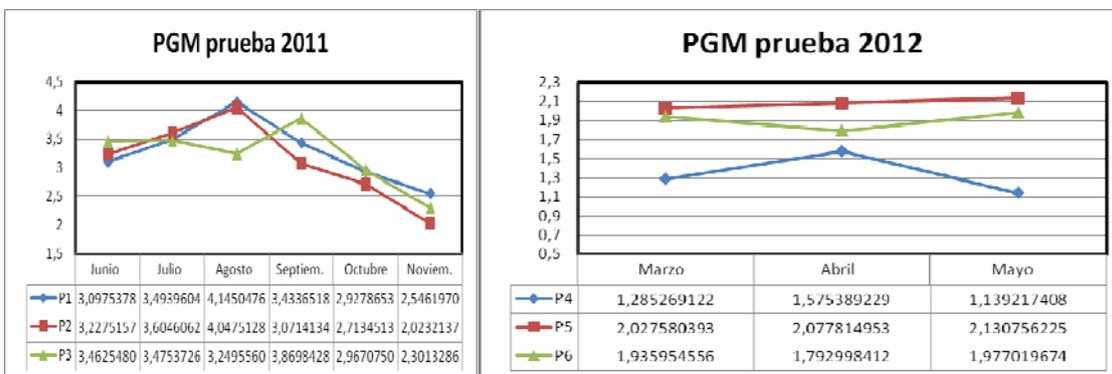


Figura 133. Porcentaje de grasa mesentérica (PGM).

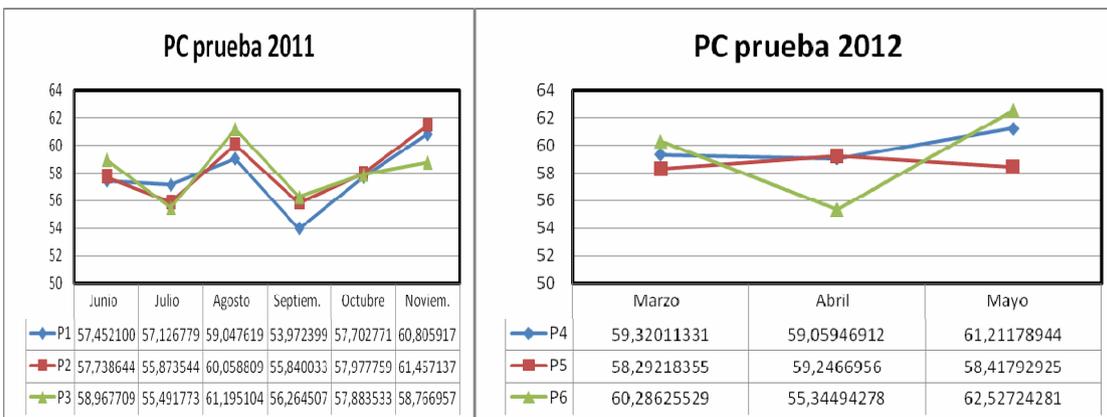


Figura 134. Porcentaje comestible (PC).

Hay que destacar que los resultados de la prueba de engorde en 2011 son mucho más homogéneos en el caso de los 3 piensos que los resultados de la prueba de acabado (año 2012), en la que se observan divergencias más acusadas. En el caso de esta última prueba, el número de ejemplares sacrificados para analítica se redujo a 6 ejemplares/mes con respecto a los 10 ejemplares sacrificados mensualmente durante el engorde. El escaso número de ejemplares sacrificados puede contribuir a las divergencias observadas en los resultados.

En el caso del IGS hay que destacar que, durante el desarrollo de las 2 pruebas, este índice se mantuvo bajo en todos los piensos ensayados, excepto en el mes de noviembre de 2011, aumentando en todos los casos y coincidiendo con el inicio del periodo reproductivo. La misma tendencia se observa en el IHS, que comienza a aumentar coincidiendo con el desarrollo gonadal. El aumento de ambos índices parece relacionarse con el inicio del periodo reproductivo de la especie.

El factor de condición (K) presenta pequeñas variaciones mensuales en ambas experiencias, pero las fluctuaciones son de escasa magnitud. El PGM, considerado como material de reserva, aumenta considerablemente en la época estival en los 3 piensos ensayados, descendiendo en invierno, coincidiendo con el incremento del IGS y del IHS y la movilización de reservas para fines reproductivos. La evolución del Índice digestosomático (ID) es similar al PGM. En cuanto a la fracción comestible (PC), el rendimiento menor se observa en el mes de septiembre en las 3 dietas ensayadas, aunque nunca es inferior al 54%.

En cuanto a los índices de crecimiento, los resultados son similares pero los mejores crecimientos se obtienen con el pienso 3 y con el pienso standard, coincidiendo con los mejores índices de conversión.

Podemos concluir que los resultados de engorde son similares con las 3 dietas ensayadas, tanto en lo referente al índice de condición (K) como al rendimiento de la canal, sin detectarse diferencias acusadas en la evolución del engrasamiento.

Objetivo 4.

EXPERIENCIA DESARROLLADA EN MURCIA

La composición de ácidos grasos del músculo de los animales alimentados con cada una de las dietas experimentales se muestra en la Tabla 58. El grupo de animales alimentado con la dieta FO mostró cantidades más altas de ácidos grasos saturados que el grupo VO ($p < 0.001$). Se observaron además variaciones con el tiempo de almacenamiento para casi todos los ácidos grasos saturados, así como para la suma total de éstos ($p < 0.05$). De los ácidos grasos saturados mayoritarios, el mirístico (C14:0) mostró un incremento durante la segunda semana ($p < 0.01$), y el esteárico (C18:0) incrementó durante la primera ($p < 0.05$), en ambos grupos. En el grupo FO se observó un incremento del total de ácidos grasos saturados durante la primera semana, desde un valor medio de 28.9, el día 0, a 30.9, el día 7, y posteriormente los valores se mantuvieron entre 30.7-31.0 hasta el final del almacenamiento. En el grupo VO, el incremento del total de SFA se produjo durante la última semana, pasando de valores de 24.2-24.5, durante las dos primeras semanas, a un valor medio de 24.9 el día 21.

En cuanto a los ácidos grasos insaturados, se observaron cantidades significativamente mayores del total de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados en el grupo de animales VO, así como de ácidos grasos de las series $n-6$ y $n-9$ ($p < 0.001$). Estas diferencias fueron debidas a un mayor contenido de los ácidos grasos linoléico (C18:2n6) y oléico (C18:1n9) en la dieta VO. Se observó una variación con el almacenamiento de la suma de ácidos grasos $n-9$, que fue principalmente debida al descenso durante la segunda semana de los ácidos grasos C18:1n9, en el grupo VO, y C24:1n9, en el grupo FO.

El total de ácidos grasos $n-3$ y los ácidos eicosapentaenóico (20:5n3, EPA) y docosahexaenóico (22:6n3, DHA) fueron mayores en el grupo FO ($p < 0.001$). Tanto el DHA como la ratio EPA/DHA mostraron variaciones significativas con el tiempo en ambos grupos ($p < 0.05$). En el grupo FO se observaron menores porcentajes de DHA el día 0 respecto al resto de días, y en el grupo VO estos valores incrementaron durante la primera semana y posteriormente disminuyeron. Las variaciones del DHA fueron acompañadas de variaciones en los porcentajes de EPA ($p > 0.05$), de forma que cuando uno incrementaba el otro disminuía y viceversa.

La relación $n-3/n-6$ fue más de dos veces superior en el grupo FO ($p < 0.001$), debido tanto a la mayor cantidad de los ácidos grasos $n-3$ de cadena larga (EPA y DHA) en este grupo como a la mayor cantidad en el grupo VO del ácido linoléico.

Las medidas de color en el filete de las doradas (Tabla 59) mostraron variaciones significativas con el tiempo de almacenamiento en todos los parámetros, y algunas diferencias con las distintas dietas. En ambos grupos los valores de L^* fueron inferiores el día 0 respecto al resto de días. En este parámetro se observó además una interacción significativa de ambas variables reflejo de la distinta evolución con el tiempo en cada grupo. L^* incrementó durante la primera semana

de almacenamiento en el grupo FO, pasando de valores de 37.09, el día 0, a 43.72 el día 7, y posteriormente disminuyó durante la segunda semana, manteniéndose constante hasta el final del almacenamiento. En el grupo VO, cuyos valores iniciales fueron similares a los del grupo FO, el incremento de L^* se produjo durante las dos primeras semanas, alcanzando su valor máximo el día 14 (42.69). Posteriormente L^* mostró una tendencia a disminuir hasta valores similares a los alcanzados en el grupo FO al final del periodo de almacenamiento.

El parámetro a^* mostró una tendencia en ambos grupos hacia valores más próximos a 0 con el tiempo ($p < 0.01$), siendo los valores del grupo VO superiores a los del grupo FO durante todo el almacenamiento ($p < 0.05$). En cuanto a b^* , además de la significación del tiempo y de la dieta, se observó una interacción entre ambos ($p < 0.01$). El grupo VO, con un valor medio de b^* inicial menos negativo que el grupo FO, mostró una tendencia hacia valores más negativos durante la primera semana de almacenamiento y posteriormente se mantuvo invariable hasta el final del almacenamiento y con valores similares a los del grupo FO. En el grupo FO, este parámetro no mostró variaciones significativas con el tiempo.

La Tabla 59 muestra los valores de los parámetros químicos analizados durante el periodo de almacenamiento en doradas alimentadas con las distintas dietas. En ambos grupos se observó una menor capacidad de retención de agua (WHC) el día 0 de almacenamiento respecto al resto de días ($p < 0.001$). Durante las posteriores semanas este parámetro se mantuvo invariable, siendo los valores del grupo VO superiores al grupo FO ($p < 0.001$).

El pH incrementó en ambos grupos durante la primera semana de almacenamiento ($p < 0.001$). Durante las dos siguientes semanas los valores se mantuvieron entre 6.28 y 6.38, en el grupo FO, y entre 6.26 y 6.39, en el grupo VO, sin mostrar variaciones significativas con el tiempo.

En cuanto a los resultados del test del TBA, los animales alimentados con la dieta FO mostraron valores más altos de MDA (0.24-0.45) que el grupo VO (0.15-0.28) durante todo el almacenamiento ($p < 0.001$), sin mostrar una tendencia a incrementar en ninguno de los grupos con el tiempo. El análisis de TVBN no mostró variaciones significativas ni con el tiempo de almacenamiento ni con las distintas dietas.

El crecimiento microbiano (Tabla 59) fue significativo con el tiempo en ambos grupos dietéticos para todos los recuentos ($p < 0.001$), excepto para los coliformes, cuyos recuentos fueron < 1 durante el todo el periodo de almacenamiento. Durante la primera semana se produjo crecimiento de aerobios mesófilos. Los aerobios psicrófilos y *Pseudomonas* no fueron detectados hasta pasadas dos semanas, mostrando un menor crecimiento en el grupo FO, cuyos recuentos del día 14 fueron inferiores al grupo VO ($p < 0.05$). Las Enterobacterias no fueron detectadas hasta el día 21 de almacenamiento, mostrando recuentos desde las 3.36 hasta las 3.30 log ufc·g⁻¹.

Los resultados obtenidos del análisis sensorial (Tabla 60) mostraron cambios significativos de todos los parámetros valorados con el tiempo de almacenamiento en las doradas alimentadas con ambas dietas ($p < 0.001$). El día 0 todos los parámetros presentaron valores entorno a 1.0, indicando el máximo grado de frescura del pescado. Durante la primera semana los atributos “body odor”, “eyes shape”, y “gills odor” mostraron un rápido deterioro, alcanzando valores ≥ 3 el día 7. Estos atributos además fueron valorados con puntuaciones próximas a 5 al final del almacenamiento, mostrando un deterioro más avanzado que el resto de atributos.

En cuanto al efecto de la dieta, se observaron diferencias significativas entre ambos grupos para algunos atributos. El grupo de animales alimentado con la dieta FO mostró menor elasticidad y mayor deterioro del color de las agallas y de la forma del ojo en casi todos los días de muestreo ($p < 0.05$). En el grupo VO se apreció una mayor decoloración de la piel al final del periodo de almacenamiento.

En los parámetros “brillo de la piel”, “firmeza” y “olor del cuerpo”, aunque no mostraron diferencias significativas con la dieta, se observó una interacción tiempo-dieta. Esta interacción fue debida al mayor deterioro al final del periodo de almacenamiento de los atributos “brillo de la piel” y “olor del cuerpo” en el grupo FO y en el atributo “firmeza” en el grupo VO.

El Índice de calidad incrementó con el tiempo de almacenamiento ($p < 0.001$). Éste presentó valores más altos en el grupo FO durante las dos primeras semanas ($p > 0.05$), mostrando un deterioro más temprano. Se observó además una interacción significativa debida a un mayor incremento de este índice en el grupo VO durante la última semana de almacenamiento.

En conclusión, como era de esperar la sustitución parcial del aceite de pescado por aceites vegetales en la dieta modificó el perfil de ácidos grasos de la carne del producto final. El menor contenido de HUFA $n-3$ en el grupo VO pudo favorecer la estabilidad oxidativa del músculo. En el presente estudio, aunque los resultados no mostraron una oxidación intensa en ninguno de los grupos, si se observaron indicios de una menor oxidación en el grupo VO, ya que éste presentó menores valores de TBARS y un incremento más tardío de los SFAs.

En pescado almacenado en hielo, el deterioro de las zonas externas debido principalmente al crecimiento microbiano en la superficie, es de gran importancia. En el presente estudio, a pesar de observar diferencias entre los grupos dietarios en algunos de los atributos sensoriales valorados y en el recuento de algunos microorganismos, no se observaron diferencias significativas en el índice de calidad ni en el recuento de mesófilos, que son los que determinarían en última instancia la aceptabilidad del producto.

Tabla 58. Perfil de ácidos grasos durante el almacenamiento en hielo.

| Storage Diet | D0 | | D7 | | D14 | | D21 | | Storage | Diet | Storage x Diet |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|------|-------------------|
| | FO | VO | FO | VO | FO | VO | FO | VO | | | |
| C14:0 | 6.22±0.45 | 4.31±0.11 | 6.31±0.39 | 3.80±0.49 | 7.16±0.66 | 4.74±0.29 | 6.63±0.41 | 4.39±0.19 | ** | *** | ns |
| C15:0 | 0.42±0.03 | 0.32±0.01 | 0.49±0.03 | 0.28±0.03 | 0.50±0.04 | 0.42±0.02 | 0.47±0.02 | 0.37±0.02 | *** | *** | *** |
| C16:0 | 19.10±0.11 | 16.49±0.71 | 19.90±0.54 | 16.78±0.86 | 20.04±1.16 | 16.22±0.46 | 19.98±0.41 | 16.81±0.40 | ns | *** | ns |
| C17:0 | 0.23±0.01 | 0.19±0.02 | 0.25±0.02 | 0.19±0.01 | 0.25±0.04 | 0.18±0.01 | 0.25±0.01 | 0.19±0.01 | ns | *** | ns |
| C18:0 | 2.83±0.32 | 2.73±0.15 | 3.46±0.41 | 3.27±0.66 | 2.93±0.54 | 2.59±0.29 | 3.22±0.40 | 3.08±0.05 | * | ns | ns |
| C20:0 | 0.12±0.01 | 0.11±0.01 | 0.14±0.02 | 0.15±0.03 | 0.10±0.01 | 0.10±0.01 | 0.12±0.01 | 0.11±0.01 | *** | ns | ns |
| ∑ SFA | 28.92±0.25 | 24.15±0.76 | 30.90±0.51 | 24.48±1.17 | 30.97±1.74 | 24.25±0.68 | 30.67±0.63 | 24.94±0.61 | * | *** | ns |
| C16:1 | 9.18±0.45 | 6.39±0.28 | 9.02±0.25 | 5.64±0.70 | 9.71±0.62 | 6.90±0.17 | 9.50±0.44 | 6.24±0.07 | ** | *** | ns |
| C17:1 | 0.24±0.03 | 0.26±0.03 | 0.21±0.06 | 0.25±0.02 | 0.29±0.01 | 0.16±0.01 | 0.25±0.03 | 0.26±0.01 | ns | ns | *** |
| C18:1n9 | 20.53±0.81 | 27.36±0.83 | 20.59±0.62 | 27.47±0.90 | 20.23±1.26 | 24.96±0.87 | 21.06±1.02 | 26.53±1.04 | * | *** | ns |
| C20:1n9 | 1.37±0.16 | 0.86±0.34 | 0.92±0.61 | 1.05±0.14 | 1.10±0.11 | 0.88±0.06 | 1.20±0.08 | 1.05±0.03 | ns | ns | ns |
| C22:1n9 | 0.69±0.12 | 0.69±0.35 | 0.99±0.13 | 0.46±0.36 | 0.96±0.41 | 0.61±0.08 | 0.92±0.16 | 0.64±0.12 | ns | ** | ns |
| C24:1n9 | 0.28±0.22 | 0.19±0.07 | 0.47±0.23 | 0.20±0.12 | 0.10±0.05 | 0.15±0.05 | 0.18±0.03 | 0.15±0.03 | * | ns | ns |
| ∑ MUFA | 32.42±0.70 | 35.86±0.86 | 32.88±0.52 | 35.18±1.11 | 32.58±1.64 | 33.79±0.99 | 33.26±1.15 | 34.97±1.14 | ns | *** | ns |
| C18:2n6 | 9.59±0.80 | 19.04±1.26 | 9.58±0.88 | 18.90±0.97 | 9.59±0.62 | 18.60±0.66 | 9.55±0.20 | 18.68±0.52 | ns | *** | ns |
| C18:3n6 | 0.37±0.21 | 0.34±0.05 | 0.23±0.01 | 0.32±0.05 | 0.24±0.02 | 0.30±0.05 | 0.25±0.04 | 0.33±0.11 | ns | ns | ns |
| C18:3n3 | 1.72±0.15 | 3.58±0.24 | 1.59±0.10 | 3.35±0.19 | 1.56±0.09 | 3.57±0.17 | 1.57±0.08 | 3.39±0.14 | ns | *** | ns |
| C20:2 | 0.79±0.10 | 0.71±0.05 | 0.69±0.10 | 0.69±0.06 | 0.78±0.07 | 0.66±0.06 | 0.80±0.21 | 0.78±0.05 | ns | ns | ns |
| C20:4n6 | 1.09±0.42 | 0.30±0.35 | 0.90±0.04 | 0.62±0.42 | 0.85±0.06 | 0.58±0.14 | 0.95±0.05 | 0.76±0.34 | ns | ** | ns |
| C22:2 | 2.00±0.30 | 0.51±0.64 | 1.02±0.25 | 1.20±0.70 | 1.05±0.23 | 1.58±0.65 | 1.56±0.33 | 1.15±0.39 | ns | ns | ** |
| C20:5n3 | 13.94±1.55 | 8.63±1.90 | 12.50±1.47 | 6.77±0.92 | 12.13±2.76 | 9.77±1.32 | 11.81±1.51 | 7.71±2.52 | ns | *** | ns |
| C22:6n3 | 8.36±0.17 | 6.60±1.48 | 10.29±0.83 | 8.29±2.04 | 9.94±1.25 | 6.76±0.10 | 9.84±0.89 | 7.07±0.47 | * | *** | ns |
| ∑ PUFA | 38.04±0.88 | 39.99±1.27 | 36.22±0.82 | 40.34±2.24 | 36.43±3.27 | 41.96±1.41 | 36.07±1.62 | 40.09±1.26 | ns | *** | ns |
| ∑ n-3 | 24.02±1.34 | 18.80±0.79 | 24.01±0.87 | 18.42±1.43 | 23.64±3.21 | 20.09±1.20 | 23.23±1.43 | 18.17±1.93 | ns | *** | ns |
| ∑ n-6 | 11.24±1.02 | 19.96±0.86 | 10.55±0.40 | 20.03±0.71 | 10.95±0.47 | 19.63±0.53 | 10.49±0.75 | 19.99±0.78 | ns | *** | ns |
| ∑ n-9 | 22.87±0.76 | 29.10±0.85 | 23.65±0.55 | 29.19±1.36 | 22.38±1.79 | 26.59±0.93 | 23.35±1.19 | 28.37±1.08 | * | *** | ns |
| n-3/n-6 | 2.15±0.28 | 0.94±0.05 | 2.28±0.15 | 0.92±0.06 | 2.16±0.34 | 1.02±0.07 | 2.22±0.21 | 0.91±0.13 | ns | *** | ns |

Mean values of four samples±standard deviation. ***: $p<0.001$; **: $p<0.01$; *: $p<0.05$; ns: not significant. SFA: saturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid; PUFA: polyunsaturated fatty acid.

Tabla 59. Color, parámetros químicos y recuentos microbiológicos durante el almacenamiento en hielo.

| Storage Diet | D0 | | D7 | | D14 | | D21 | | Storage | Diet | Storage x Diet |
|--|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|------|-------------------|
| | FO | VO | FO | VO | FO | VO | FO | VO | | | |
| <i>Color</i> | | | | | | | | | | | |
| <i>L*</i> | 37.09±0.6 | 36.84±1.2 | 43.72±0.7 | 40.50±0.8 | 41.29±0.5 | 42.69±0.8 | 41.84±0.7 | 42.07±0.2 | *** | ns | *** |
| <i>a*</i> | 0.38±0.3 | 1.00±0.2 | 0.34±0.5 | 0.51±0.4 | -0.22±0.2 | 0.29±0.3 | 0.04±0.3 | 0.13±0.5 | ** | * | ns |
| <i>b*</i> | -3.52±0.5 | -1.75±0.6 | -3.46±0.6 | -4.28±0.7 | -4.66±0.4 | -4.10±0.5 | -4.05±0.3 | -3.50±1.0 | *** | * | ** |
| <i>C_{ab}</i> | 3.78±0.4 | 2.48±0.6 | 3.54±0.5 | 4.41±0.6 | 4.69±0.4 | 4.17±0.5 | 4.09±0.3 | 3.73±0.9 | *** | ns | ** |
| <i>H^o_{ab}</i> | -0.32±0.1 | -0.25±0.47 | -0.67±0.9 | -0.63±0.4 | 0.75±0.5 | -0.41±0.1 | 0.18±0.5 | 0.30±0.6 | ** | ns | ns |
| <i>Chemical parameters</i> | | | | | | | | | | | |
| WHC | 89.66±0.2 | 89.36±0.7 | 91.67±1.3 | 92.47±0.5 | 90.61±0.9 | 94.03±0.6 | 91.89±0.4 | 93.51±0.6 | *** | *** | ** |
| pH | 6.04±0.2 | 6.13±0.1 | 6.28±0.1 | 6.26±0.1 | 6.38±0.1 | 6.35±0.1 | 6.32±0.0 | 6.39±0.0 | *** | ns | ns |
| TBARS | 0.45±0.1 | 0.28±0.1 | 0.30±0.1 | 0.15±0.0 | 0.24±0.1 | 0.20±0.0 | 0.48±0.0 | 0.16±0.1 | *** | *** | *** |
| TVBN | 22.85±3.5 | 26.34±1.5 | 28.79±0.1 | 25.09±3.9 | 25.00±0.7 | 25.06±2.2 | 25.10±1.7 | 27.80±1.0 | ns | ns | ns |
| <i>Microbiological counts (cfu g⁻¹)</i> | | | | | | | | | | | |
| Mesophilic | <1 | <1 | 1.23±0.8 | 1.31±0.9 | 2.45±0.3 | 3.39±0.3 | 5.77±0.2 | 5.52±0.5 | *** | ns | ns |
| Psychophilic | <1 | <1 | <1 | <1 | 2.06±0.4 | 3.40±0.4 | 5.22±0.3 | 5.18±0.3 | *** | ** | *** |
| <i>Pseudomonas</i> | <1 | <1 | <1 | <1 | 1.27±1.0 | 2.97±0.1 | 5.33±0.1 | 5.14±0.3 | *** | * | *** |
| <i>Enterobacteriaceae</i> | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 3.36±0.3 | 3.30±0.0 | *** | ns | ns |

Mean values of four samples±standard deviation.

WHC, water-holding capacity (%); TBARS, 2-thiobarbituric acid-reactive substances (mg MDA kg⁻¹); TVBN, total volatile base nitrogen (mg N·100 g⁻¹).

***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$; ns: not significant.

Tabla 60. Evaluación sensorial durante el almacenamiento en hielo.

| Storage Diet | D0 | | D7 | | D14 | | D21 | | Storage | Diet | Storage x Diet |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|------|-------------------|
| | FO | VO | FO | VO | FO | VO | FO | VO | | | |
| Appearance | | | | | | | | | | | |
| Skin shine | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 1.8±0.2 | 1.8±0.2 | 3.1±0.4 | 3.1±0.5 | 4.1±0.3 | 3.7±0.4 | *** | ns | ** |
| Skin color | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 1.3±0.1 | 1.4±0.1 | 2.2±0.6 | 2.2±0.6 | 3.3±0.4 | 3.9±0.4 | *** | ** | *** |
| Slime | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 2.4±0.2 | 2.4±0.2 | 3.0±0.6 | 2.9±0.7 | 4.3±0.2 | 4.1±0.9 | *** | ns | ns |
| Surface | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 1.4±0.2 | 1.3±0.2 | 1.9±0.4 | 1.9±0.3 | 2.7±0.4 | 2.6±0.4 | *** | ns | ns |
| Flesh | | | | | | | | | | | |
| Springiness | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 2.1±0.3 | 1.5±0.2 | 3.0±0.6 | 2.4±0.5 | 3.5±0.6 | 3.9±0.4 | *** | ** | *** |
| Firmness | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 1.9±0.3 | 1.6±0.3 | 2.9±0.6 | 2.8±0.6 | 3.4±0.5 | 4.0±0.3 | *** | ns | *** |
| Body odor | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 3.2±0.1 | 3.7±0.2 | 3.6±0.3 | 3.6±0.2 | 4.6±0.2 | 4.3±0.3 | *** | ns | *** |
| Eyes | | | | | | | | | | | |
| Clarity | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 2.8±0.5 | 2.6±0.7 | 3.0±0.6 | 3.3±0.6 | 3.3±0.5 | 3.4±0.5 | *** | ns | ns |
| Shape | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 3.2±0.6 | 3.2±0.5 | 3.8±0.4 | 3.2±0.7 | 4.6±0.3 | 4.5±0.3 | *** | ** | ** |
| Gills | | | | | | | | | | | |
| Color | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 2.5±0.7 | 2.2±0.4 | 3.7±0.5 | 3.5±0.2 | 4.3±0.5 | 4.0±0.4 | *** | *** | ns |
| Odor | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 3.0±0.7 | 3.2±0.8 | 3.8±0.3 | 3.7±0.3 | 4.6±0.4 | 4.6±0.2 | *** | ns | ns |
| Quality Index | 11.0±0.0 | 11.0±0.0 | 25.6±1.7 | 24.9±1.3 | 34.0±2.1 | 32.5±2.2 | 42.1±2.2 | 42.8±1.2 | *** | ns | * |

Mean values of four samples±standard deviation.

***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$; ns: not significant.

EXPERIENCIAS DESARROLLADAS EN CANARIAS

Para el caso de la lubina no ha habido diferencias en la valoración sensorial del QIM entre tratamientos. Si lógicamente ha aumentado con los días de almacenamiento, pero siguiendo evoluciones similares para todos los lotes. También el pH de la carne ha aumentado con el almacenamiento, pero además ha habido un efecto de la dieta, siendo significativamente mayor en la carne de los peces alimentados con la dieta estándar.

En referencia al color de la piel, el almacenamiento hace que se vaya aclarando y que pierda tonalidades amarillentas, hecho común a todas las dietas, aunque al igual que con el pH, en la dieta estándar fue más oscura. Por su parte la carne se va aclarando y progresando hacia tonalidades amarillas con los días de almacenamiento, no viéndose esta variable afectada por la dieta.

En el besugo también el QIM aumenta con el almacenamiento, aunque aquí es ligeramente más alto en los peces de la dieta PP. El pH sigue igual dinámica (reseñar que con valores notablemente más altos que la lubina), no sólo aumentando con el almacenamiento, sino también siendo mayor en la dieta PP.

El color de la piel sigue una evolución curiosa ya que con el almacenamiento se va aclarando y van aumentando las tonalidades rojizas, perdiéndose las amarillentas. En cualquier caso no ha habido diferencias entre tratamientos.

Si se han encontrado diferencias para el color de la carne achacables a la dieta, siendo más oscura la de los filetes provenientes de la dieta PP y más rojizos en los de la FM. A nivel global para ambas dietas la carne se fue aclarando con los días de almacenamiento y adquiriendo tonalidades más amarillentas.

Durante la conservación en hielo los ácidos grasos han evolucionado de diferente forma, tal y como se presenta en la figura 135.

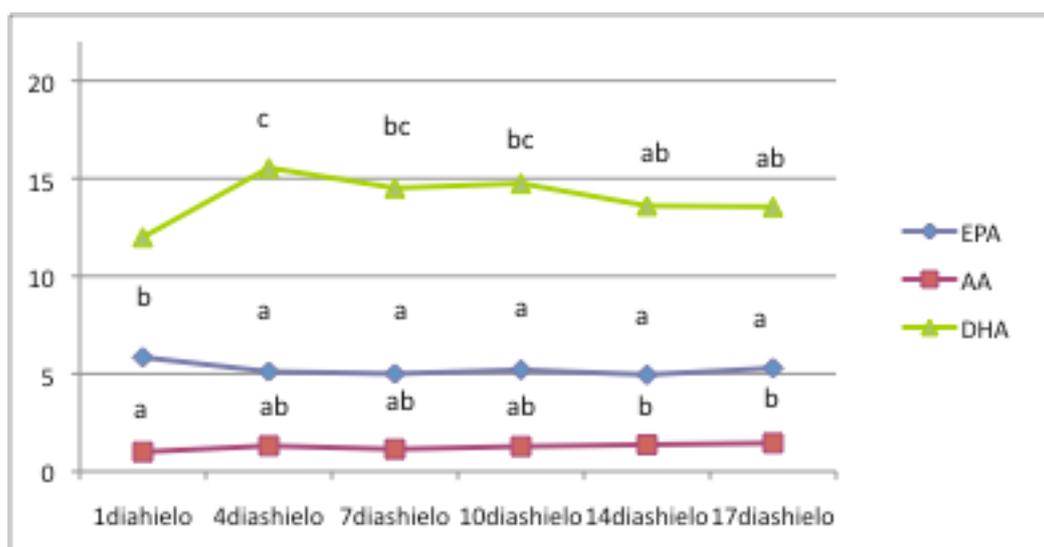


Figura 135. Evolución del porcentaje de los ácidos grasos durante la conservación en hielo.

En el análisis, además de las dietas testadas junto con una control con besugos alimentados con un pienso comercial, se incluyó un lote de animales de pesca extractiva. En las figuras 136 a 138 se muestran los resultados de los contenidos medios de ácidos grasos a lo largo del almacenamiento. Como se puede apreciar, hay un claro efecto del origen y/o dieta.

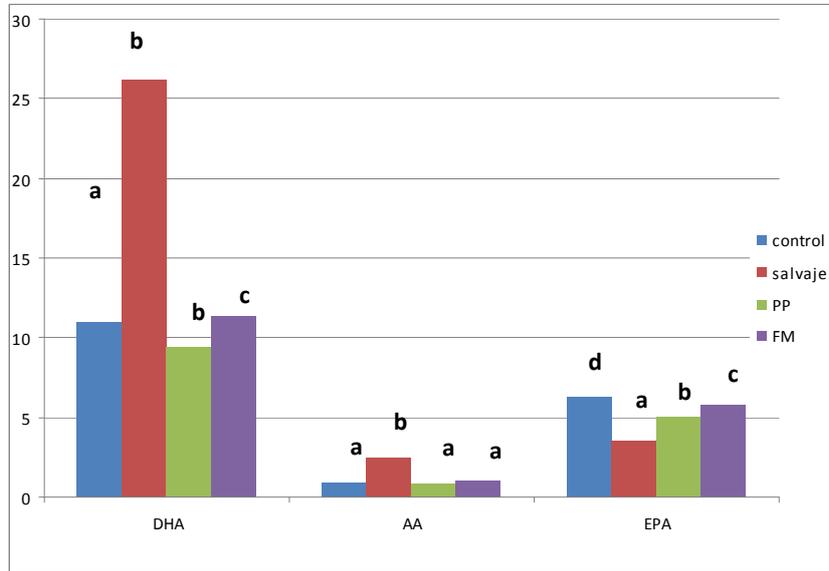


Figura 136. Contenido en EPA, DHA y AA según tratamiento durante el almacenamiento en hielo.

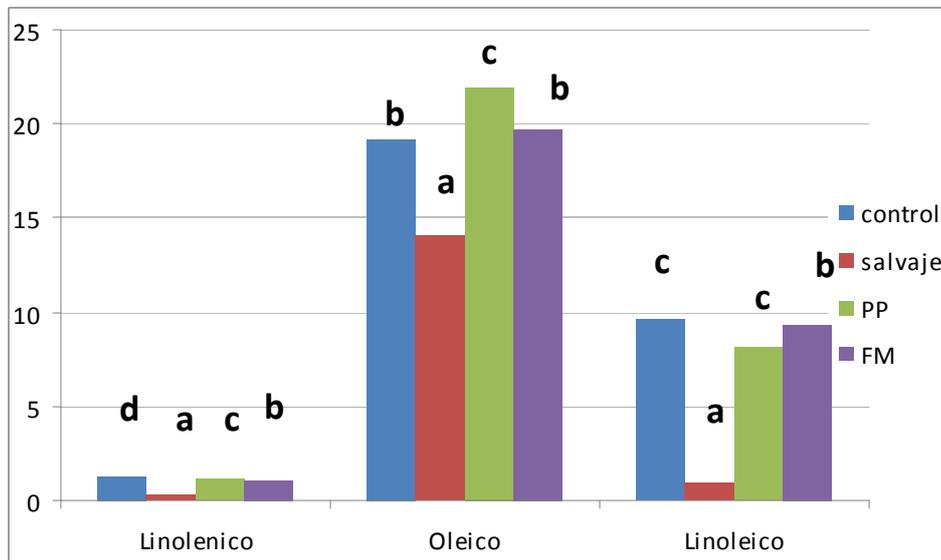


Figura 137. Contenido en linolénico, oleico y linoleico según tratamiento durante el almacenamiento en hielo.

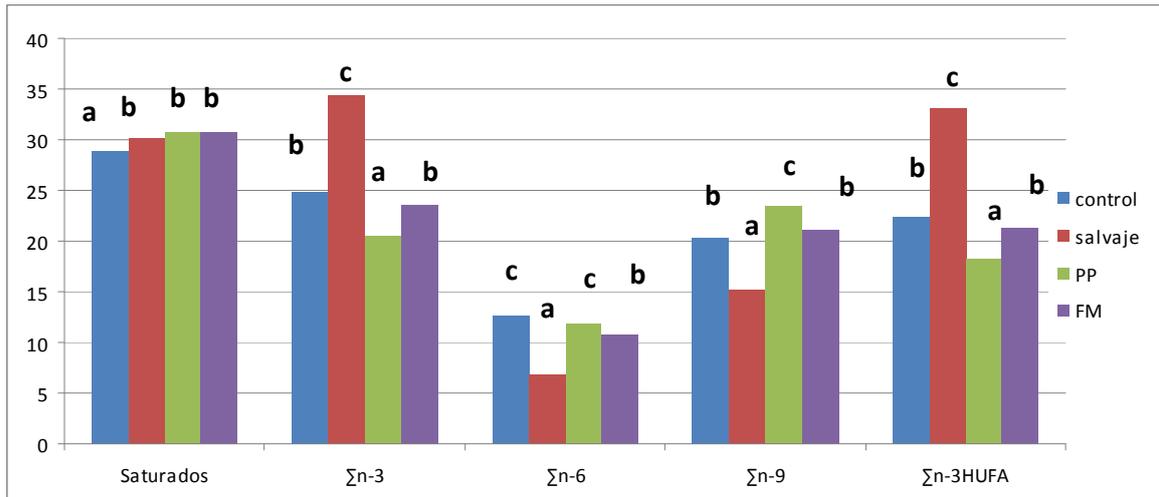


Figura 138. Contenido en saturados, n-3, n-6, n-9 y n-3HUFA según tratamiento durante el almacenamiento en hielo.

En la experiencia con inclusión de aceite de krill, las diferencias achacables a las dietas fueron escasas. Únicamente el índice de amarillo en la carne fue significativamente mayor en las dietas sin sustitución. Para el resto de parámetros las diferencias fueron achacables al tiempo de almacenamiento. Así, la luminosidad tanto en la piel como en la carne va aumentando. Por su parte, la oxidación de los lípidos se mantiene estable con un ligero incremento tras 11 días de almacenamiento, en cualquier caso independientemente de la dieta.

Objetivo 5.

METALES PESADOS Y ORGANOCOLORADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos tanto para los metales pesados (Tabla 61) como para los organohalogenados (Tabla 62), según especie en individuos salvajes y de cultivo procedentes de diferentes CCAA.

Tabla 61. Concentración de Cd, Pb y Hg.

| Especie | Procedencia | Tipo | Mezcla | Resultados (mg/Kg peso fresco) | | |
|-----------|-------------|---------|---------------|-----------------------------------|-------|-------|
| | | | | Cd | Pb | Hg |
| Dorada | Murcia | Salvaje | 1-4 + 5-8 | <0,01 | <0,04 | <0,01 |
| Dorada | Murcia | Salvaje | 9-12 + 13-16 | <0,01 | <0,04 | <0,01 |
| Dorada | Murcia | Salvaje | 17-20 + 21-24 | <0,01 | <0,04 | <0,01 |
| Dorada | Murcia | Salvaje | 25-28 + 29-32 | <0,01 | <0,04 | 0.01 |
| Dorada | Murcia | Cultivo | 1-3 + 4-6 | <0,01 | <0,04 | 0.04 |
| Dorada | Murcia | Cultivo | 7-9 + 10-12 | <0,01 | <0,04 | 0.04 |
| Dorada | Murcia | Cultivo | 13-15 + 16-18 | <0,01 | <0,04 | 0.03 |
| Dorada | Murcia | Cultivo | 19-12 + 22-24 | <0,01 | <0,04 | 0.03 |
| Lubina | Andalucía | Salvaje | 1-3 + 4-6 | <0,01 | <0,04 | 0.24 |
| Lubina | Andalucía | Salvaje | 7-9 + 10-12 | <0,01 | <0,04 | 0.19 |
| Lubina | Andalucía | Salvaje | 13-15 + 16-18 | <0,01 | <0,04 | 0.41 |
| Lubina | Andalucía | Salvaje | 19-21 + 22-24 | <0,01 | <0,04 | 0.26 |
| Lubina | Andalucía | Cultivo | 1-3 + 4-6 | <0,01 | <0,04 | 0.05 |
| Lubina | Andalucía | Cultivo | 7-9 + 10-12 | <0,01 | <0,04 | 0.05 |
| Lubina | Andalucía | Cultivo | 13-15 + 16-18 | <0,01 | <0,04 | 0.04 |
| Lubina | Andalucía | Cultivo | 19-21 + 22-24 | <0,01 | <0,04 | 0.05 |
| Besugo | Galicia | Salvaje | BS1+BS2 | <0,01 | <0,04 | 0.15 |
| Besugo | Galicia | Salvaje | BS3+BS4 | <0,01 | <0,04 | 0.15 |
| Besugo | Galicia | Salvaje | BS5+BS6 | <0,01 | <0,04 | 0.16 |
| Besugo | Galicia | Salvaje | BS7+BS8 | <0,01 | <0,04 | 0.16 |
| Besugo | Galicia | Cultivo | BC1+BC2 | <0,01 | <0,04 | 0.08 |
| Besugo | Galicia | Cultivo | BC3+BC4 | <0,01 | <0,04 | 0.09 |
| Besugo | Galicia | Cultivo | BC5+BC6 | <0,01 | <0,04 | 0.10 |
| Besugo | Galicia | Cultivo | BC7+BC8 | <0,01 | <0,04 | 0.09 |
| Rodaballo | Cantabria | Salvaje | 1-3 + 4-6 | <0,01 | <0,04 | 0.16 |
| Rodaballo | Cantabria | Salvaje | 7-9 + 10-12 | <0,01 | <0,04 | 0.17 |
| Rodaballo | Cantabria | Salvaje | 13-15 + 16-18 | <0,01 | <0,04 | 0.30 |
| Rodaballo | Cantabria | Salvaje | 19-21 + 22-24 | <0,01 | <0,04 | 0.26 |
| Rodaballo | Cantabria | Cultivo | 1-3 + 4-6 | <0,01 | <0,04 | 0.05 |
| Rodaballo | Cantabria | Cultivo | 7-9 + 10-12 | <0,01 | <0,04 | 0.05 |
| Rodaballo | Cantabria | Cultivo | 13-15 + 16-18 | <0,01 | <0,04 | 0.05 |
| Rodaballo | Cantabria | Cultivo | 19-21 + 22-24 | <0,01 | <0,04 | 0.05 |

Tabla 62. Concentración de Lindano, Hexaclorobenceno y DDTs.

| Especie | Procedencia | Tipo | Mezcla | Resultados (µg/Kg peso fresco) | | |
|-----------|-------------|---------|---------------|-----------------------------------|------------------|-------|
| | | | | Lindano | Hexaclorobenceno | DDTs |
| Dorada | Murcia | Salvaje | 1-4 + 5-8 | <1.0 | <1.0 | <7.1 |
| Dorada | Murcia | Salvaje | 9-12 + 13-16 | <1.0 | <1.0 | <6.7 |
| Dorada | Murcia | Salvaje | 17-20 + 21-24 | <1.1 | <1.1 | <7.5 |
| Dorada | Murcia | Salvaje | 25-28 + 29-32 | <0.8 | <0.8 | <6.1 |
| Dorada | Murcia | Cultivo | 1-3 + 4-6 | <0.8 | <0.8 | <6.5 |
| Dorada | Murcia | Cultivo | 7-9 + 10-12 | <0.8 | <0.8 | <7.4 |
| Dorada | Murcia | Cultivo | 13-15 + 16-18 | <0.8 | <0.8 | <12.1 |
| Dorada | Murcia | Cultivo | 19-12 + 22-24 | <0.8 | <0.8 | <6.7 |
| Especie | Procedencia | Tipo | Mezcla | Resultados (µg/Kg peso fresco) | | |
| | | | | Lindano | Hexaclorobenceno | DDTs |
| Lubina | Andalucía | Salvaje | 1-3 + 4-6 | <0.5 | <0.5 | <29.3 |
| Lubina | Andalucía | Salvaje | 7-9 + 10-12 | <0.5 | <0.5 | <13.9 |
| Lubina | Andalucía | Salvaje | 13-15 + 16-18 | <0.5 | <0.5 | <37.4 |
| Lubina | Andalucía | Salvaje | 19-21 + 22-24 | <0.5 | <0.5 | <54.1 |
| Lubina | Andalucía | Cultivo | 1-3 + 4-6 | <0.9 | <0.9 | <7.8 |
| Lubina | Andalucía | Cultivo | 7-9 + 10-12 | <0.9 | <0.9 | <7.8 |
| Lubina | Andalucía | Cultivo | 13-15 + 16-18 | <0.9 | <0.9 | <4.8 |
| Lubina | Andalucía | Cultivo | 19-21 + 22-24 | <0.8 | <0.8 | <6.0 |
| Besugo | Galicia | Salvaje | BS1+BS2 | <0.8 | <0.8 | <4.8 |
| Besugo | Galicia | Salvaje | BS3+BS4 | <0.8 | <0.8 | <4.8 |
| Besugo | Galicia | Salvaje | BS5+BS6 | 0.9 | <0.7 | <4.2 |
| Besugo | Galicia | Salvaje | BS7+BS8 | 0.7 | <0.7 | <4.5 |
| Besugo | Galicia | Cultivo | BC1+BC2 | <0.8 | <0.8 | <4.8 |
| Besugo | Galicia | Cultivo | BC3+BC4 | <0.8 | <0.8 | <4.8 |
| Besugo | Galicia | Cultivo | BC5+BC6 | <0.8 | <0.8 | <4.8 |
| Besugo | Galicia | Cultivo | BC7+BC8 | <0.8 | <0.8 | <4.8 |
| Especie | Procedencia | Tipo | Mezcla | Resultados (µg/Kg peso fresco) | | |
| | | | | Lindano | Hexaclorobenceno | DDTs |
| Rodaballo | Cantabria | Salvaje | 1-3 + 4-6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| Rodaballo | Cantabria | Salvaje | 7-9 + 10-12 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| Rodaballo | Cantabria | Salvaje | 13-15 + 16-18 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| Rodaballo | Cantabria | Salvaje | 19-21 + 22-24 | <0.6 | <0.6 | 1.6 |
| Rodaballo | Cantabria | Cultivo | 1-3 + 4-6 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| Rodaballo | Cantabria | Cultivo | 7-9 + 10-12 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| Rodaballo | Cantabria | Cultivo | 13-15 + 16-18 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| Rodaballo | Cantabria | Cultivo | 19-21 + 22-24 | 0.9 | <0.8 | 1.2 |

Los resultados de Cadmio y Plomo obtenidos (<0.01 y 0.04 respectivamente) están por debajo de los límites de cuantificación del método¹ (validado por AENAC), y más aun de los límites establecidos en el Reglamento (CE) 1881/2006 (0.30 y 0.05 mg/Kg peso fresco respectivamente).

En cuanto a los valores de Mercurio, estos oscilan entre el mínimo de 0.01 mg/Kg de peso fresco de la dorada salvaje y los 0.41 mg/Kg máximo de la lubina salvaje, datos por debajo del límite señalado en el Reglamento (CE) 1881/2006 de 0.50 mg/Kg de peso fresco para carne de pescado y de 1.0 mg/Kg de peso fresco para la especie Besugo (*Pagellus sp.*) en concreto.

Los valores bajos de Lindano y Hexaclorobenceno obtenidos (<1.0 y <0.5 µg/Kg peso fresco respectivamente) son sinónimo de calidad. En cuanto a los valores de DDTs, estos oscilan entre el mínimo de <3.6 µg/Kg peso fresco del rodaballo salvaje y los 54.1 µg/Kg máximo de la lubina salvaje. En este caso, las diferencias halladas entre los valores mínimo y máximo de las diferentes especies recomiendan desglosar los resultados obtenidos para los DDTs por compuestos (Tabla 63).

Tabla 63. Concentración de los diferentes DDTs.

| Especie | | DORADA | | | |
|-------------|-----------|----------------|----------------|----------------|------------------------------|
| Procedencia | | Murcia | | | |
| Muestras | | 1-3/4-6 | 7-9/10-12 | 13-15/16-18 | 19-21/22-24 |
| | | Unidades | | | $\mu\text{g}/\text{kg p.f.}$ |
| Salvaje | 2,4'-DDE | <1.0 | <1.0 | <1,1 | <0.8 |
| | 4,4,'-DDE | 2.1 | 1.7 | 2.0 | 2.1 |
| | 2,4'-DDD | <1.0 | <1.0 | <1,1 | <0.8 |
| | 4,4'-DDD | <1.0 | <1.0 | <1,1 | <0.8 |
| | 2,4'-DDT | <1.0 | <1.0 | <1,1 | <0.8 |
| | 4,4'-DDT | <1.0 | <1.0 | <1,1 | 0.8 |
| Cultivo | 2,4'-DDE | <0,8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4,'-DDE | 2.0 | 3.1 | 7.4 | 2.6 |
| | 2,4'-DDD | <0,8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4'-DDD | 1.3 | 1.1 | 1.5 | 0.9 |
| | 2,4'-DDT | <0,8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4'-DDT | <0,8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |

| Especie | | LUBINA | | | |
|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|------------------------------|
| Procedencia | | Andalucía | | | |
| Muestras | | 1-3/4-6 | 7-9/10-12 | 13-15/16-18 | 19-21/22-24 |
| | | Unidades | | | $\mu\text{g}/\text{kg p.f.}$ |
| Salvaje | 2,4'-DDE | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| | 4,4,'-DDE | 26.3 | 10.6 | 32.6 | 49.6 |
| | 2,4'-DDD | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| | 4,4'-DDD | <0.5 | 1.0 | 0.9 | 1.3 |
| | 2,4'-DDT | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| | 4,4'-DDT | 1.0 | 0.8 | 2.4 | 1.7 |
| Cultivo | 2,4'-DDE | <0.9 | <0.9 | <0.7 | 0.8 |
| | 4,4,'-DDE | 3.3 | 3.0 | 1.5 | 2.0 |
| | 2,4'-DDD | <0.9 | <0.9 | <0.7 | <0.8 |
| | 4,4'-DDD | <0.9 | <0.9 | 0.7 | 0.8 |
| | 2,4'-DDT | <0.9 | <0.9 | <0.7 | <0.8 |
| | 4,4'-DDT | <0.9 | <0.9 | <0.7 | <0.8 |

| Especie | | BESUGO | | | |
|-------------|-----------|------------|-----------|-------------|------------------------------|
| Procedencia | | Galicia | | | |
| Muestras | | 1-3/4-6 | 7-9/10-12 | 13-15/16-18 | 19-21/22-24 |
| | | Unidades | | | $\mu\text{g}/\text{kg p.f.}$ |
| Salvaje | 2,4'-DDE | <0.8 | <0.8 | <0.7 | <0.7 |
| | 4,4,'-DDE | <0.8 | <0.8 | <0.7 | 1.0 |
| | 2,4'-DDD | <0.8 | <0.8 | <0.7 | <0.7 |
| | 4,4'-DDD | <0.8 | <0.8 | <0.7 | <0.7 |
| | 2,4'-DDT | <0.8 | <0.8 | <0.7 | <0.7 |
| | 4,4'-DDT | <0.8 | <0.8 | <0.7 | 0.7 |
| Cultivo | 2,4'-DDE | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4,'-DDE | 0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 2,4'-DDD | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4'-DDD | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 2,4'-DDT | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4'-DDT | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |

| Especie | | RODABALLO | | | |
|-------------|-----------|------------|-----------|-------------|------------------------------|
| Procedencia | | Cantabria | | | |
| Muestras | | 1-3/4-6 | 7-9/10-12 | 13-15/16-18 | 19-21/22-24 |
| | | Unidades | | | $\mu\text{g}/\text{kg p.f.}$ |
| Salvaje | 2,4'-DDE | <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| | 4,4,'-DDE | <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| | 2,4'-DDD | <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| | 4,4'-DDD | <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| | 2,4'-DDT | <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| | 4,4'-DDT | 0.6 | <0.6 | <0.6 | 1.6 |
| Cultivo | 2,4'-DDE | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4,'-DDE | <0.8 | <0.8 | <0.8 | 1.2 |
| | 2,4'-DDD | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4'-DDD | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 2,4'-DDT | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |
| | 4,4'-DDT | <0.8 | <0.8 | <0.8 | <0.8 |

CONTAMINANTES ORGÁNICOS

A continuación se representan los resultados obtenidos para cada PCB y plaguicida organoclorado en especies salvajes y de cultivo procedentes de diferentes CCAA (Tabla 64 a 67). Para la mayoría de las especies estudiadas, los niveles encontrados para estos contaminantes en cada muestra (mínimo 3 peces) son similares.

Entre los PCBs analizados, PCB 101, 105, 118, 138, 153 y 180 fueron detectados en las muestras analizadas, mientras p,p'-DDD, p,p'-DDE, p,p'-DDT, o,p'-DDE y hexaclorobenceno fueron los plaguicidas organoclorados detectados en estas muestras. Los PCBs más tóxicos (PCB 77, 126, 169) no fueron encontrados en ninguna de las muestras estudiadas. Los PCBs 138 y 153, y el plaguicida organoclorado p,p'-DDE fueron los contaminantes más frecuentes en las muestras analizadas.

Los resultados de Σ PCBs obtenidos alcanzan valores máximos de 25 y 29 ng/g peso fresco en lubina y rodaballo salvaje, respectivamente. En cuanto a los valores encontrados en Σ DDTs y hexaclorobenceno alcanzan valores máximos en lubina cultivo primavera estero Andalucía a 25 y 0,5 ng/g peso fresco, respectivamente. Los resultados fueron muy diferentes entre CCAA y especies.

Tabla 64. Cantidades encontradas de PCBs y plaguicidas organoclorados (ng/g fresco) en dorada de diferente procedencia.

| Muestra | PCB ₂₈ | PCB ₅₂ | PCB ₁₀₁ | PCB ₇₇ | PCB ₁₀₅ | PCB ₁₃₈ | PCB ₁₁₈ | PCB ₁₅₃ | PCB ₁₂₆ | PCB ₁₅₆ | PCB ₁₈₀ | PCB ₁₆₉ | ppDDE | ppDDD | HCB | ppDDT | opDDE |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| <i>Dorada Cultivo Otoño Jaula Murcia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCM 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.42 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DCM 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.72 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DCM 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.78 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DCM 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.49 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DCM 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.27 | 0.57 | n.d | n.d | n.d |
| DCM 16-18 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.74 | 0.48 | n.d | n.d | n.d |
| DCM 19-21 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.53 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DCM 22-24 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.82 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DCM 25-27 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.78 | 0.29 | n.d | n.d | n.d |
| DCM 28-30 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.16 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| <i>Dorada Salvaje Otoño Murcia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DSALV 1-4 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.41 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DSALV 5-8 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.55 | n.d | 1.54 | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.95 | n.d | 0.26 | n.d | n.d |
| DSALV 9-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.10 | n.d | 0.91 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.42 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DSALV 13-16 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.76 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DSALV 17-20 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.57 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DSALV 21-24 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.00 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DSALV 25-28 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.01 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DSALV 29-32 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.07 | n.d | 1.07 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.41 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DSALV 33-36 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.01 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DSALV 37-40 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.41 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| <i>Dorada Cultivo Primavera Estero Andalucía</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEST 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.09 | n.d | 0.73 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.63 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DEST 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.95 | n.d | 0.83 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.19 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DEST 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.06 | n.d | 0.72 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.95 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DEST 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.69 | n.d | 1.49 | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.58 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DEST 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.15 | n.d | 1.43 | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.53 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| <i>Dorada Cultivo Primavera Jaula Grecia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DG 1-3 | n.d | n.d | 0.89 | n.d | 1.26 | 2.82 | n.d | 2.28 | n.d | n.d | n.d | n.d | 5.18 | 2.24 | 0.24 | n.d | n.d |
| DG 4-6 | n.d | n.d | 0.47 | n.d | 0.78 | 1.25 | n.d | 1.10 | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.79 | 1.75 | 0.11 | n.d | n.d |
| DG 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.17 | n.d | 0.28 | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.18 | 2.01 | 0.11 | n.d | n.d |
| DG 10-12 | n.d | n.d | 0.70 | n.d | 0.75 | 1.04 | n.d | 0.92 | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.21 | 1.45 | 0.08 | n.d | n.d |
| DG 13-15 | n.d | n.d | 0.22 | n.d | 0.29 | 0.56 | n.d | 0.56 | n.d | n.d | n.d | n.d | 3.40 | 3.52 | 0.14 | n.d | n.d |

Continuación Tabla 64

| Muestra | PCB ₂₈ | PCB ₅₂ | PCB ₁₀₁ | PCB ₇₇ | PCB ₁₀₅ | PCB ₁₃₈ | PCB ₁₁₈ | PCB ₁₅₃ | PCB ₁₂₆ | PCB ₁₅₆ | PCB ₁₈₀ | PCB ₁₆₉ | ppDDE | ppDDD | HCB | ppDDT | opDDE |
|---|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| <i>Dorada Cultivo Verano Jaula Cataluña</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCCATA 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 4.23 | n.d | 3.61 | n.d | n.d | n.d | n.d | 3.59 | 4.86 | 0.26 | n.d | n.d |
| DCCATA 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 3.29 | n.d | 2.48 | n.d | n.d | 1.34 | n.d | 2.20 | 1.88 | 0.18 | n.d | n.d |
| DCCATA 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.16 | n.d | 2.05 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.29 | 1.11 | 0.09 | n.d | n.d |
| DCCATA 6-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.51 | n.d | 2.07 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.67 | 1.60 | 0.24 | n.d | n.d |
| <i>Dorada Cultivo Verano Jaula Canarias</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCCANA 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.75 | n.d | 0.46 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.44 | 0.60 | n.d | n.d | n.d |
| DCCANA 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.69 | n.d | 0.66 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.50 | 0.52 | n.d | n.d | n.d |
| DCCANA 6-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.28 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| DCCANA 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.21 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| <i>Dorada Cultivo Primavera Jaula Murcia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DMP 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.61 | 4.26 | n.d | n.d | n.d |
| DMP 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.52 | 2.88 | n.d | n.d | n.d |
| DMP 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.87 | 3.43 | n.d | n.d | n.d |
| DMP 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.14 | 5.31 | n.d | n.d | n.d |
| DMP 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.20 | 3.82 | n.d | n.d | n.d |
| <i>Dorada Cultivo Invierno Jaula Canarias</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCI 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.69 | 1.90 | n.d | n.d | n.d |
| DCI 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.38 | 1.00 | n.d | n.d | n.d |
| DCI 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.27 | 1.06 | n.d | n.d | n.d |
| DCI 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.59 | 1.41 | n.d | n.d | n.d |
| DCI 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.42 | 1.38 | n.d | n.d | n.d |
| <i>Dorada Salvaje Primavera Andalucía</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DPA 1-3 | n.d | n.d | 0.18 | n.d | 0.76 | 8.51 | 0.05 | 3.72 | n.d | n.d | 3.16 | n.d | 2.85 | 0.58 | n.d | n.d | n.d |
| DPA 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.28 | n.d | 0.12 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.35 | 0.60 | n.d | n.d | n.d |
| DPA 7-9 | n.d | n.d | 0.01 | n.d | 0.28 | 2.70 | 0.01 | 1.30 | n.d | n.d | 0.73 | n.d | 2.04 | 0.52 | n.d | n.d | n.d |
| DPA 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.13 | 1.33 | n.d | 0.59 | n.d | n.d | 0.27 | n.d | 1.02 | 0.44 | n.d | n.d | n.d |
| DPA 13-15 | n.d | n.d | 0.03 | n.d | 0.27 | 2.31 | 0.15 | 1.09 | n.d | n.d | 0.76 | n.d | 1.43 | 0.44 | n.d | n.d | n.d |
| <i>Dorada Cultivo Primavera Jaula Andalucía</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DJA 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.24 | 3.48 | n.d | n.d | n.d |
| DJA 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.83 | 3.73 | n.d | n.d | n.d |
| DJA 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.71 | n.d | 0.39 | n.d | n.d | n.d | n.d | 3.76 | 4.68 | n.d | n.d | n.d |
| DJA 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.75 | 4.00 | n.d | n.d | n.d |
| DJA 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.74 | 5.13 | n.d | n.d | n.d |

Tabla 65. Cantidades encontradas de PCBs y plaguicidas organoclorados (ng/g fresco) en lubina de diferente procedencia.

| Muestra | PCB ₂₈ | PCB ₅₂ | PCB ₁₀₁ | PCB ₇₇ | PCB ₁₀₅ | PCB ₁₃₈ | PCB ₁₁₈ | PCB ₁₅₃ | PCB ₁₂₆ | PCB ₁₅₆ | PCB ₁₈₀ | PCB ₁₆₉ | ppDDE | ppDDD | HCB | ppDDT | opDDE |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| <i>Lubina Cultivo Primavera Jaula Andalucía</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC1 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.56 | n.d | 0.32 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.98 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| LC2 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.35 | n.d | 0.18 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.93 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| LC3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.24 | n.d | 1.15 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.13 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| LC4 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.70 | n.d | 0.50 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.94 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| LC5 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.95 | n.d | 0.56 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.16 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| <i>Lubina Salvaje Primavera Andalucía</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LS1 | n.d | n.d | 0.70 | n.d | 0.80 | 10.96 | n.d | 5.90 | n.d | n.d | 6.70 | n.d | 3.05 | 0.33 | n.d | n.d | n.d |
| LS2 | n.d | n.d | 0.23 | n.d | 0.36 | 2.65 | n.d | 1.36 | n.d | n.d | 1.58 | n.d | 1.45 | 0.15 | n.d | n.d | n.d |
| LS3 | n.d | n.d | 0.41 | n.d | 0.58 | 5.80 | n.d | 3.63 | n.d | n.d | 3.54 | n.d | 4.09 | 1.59 | n.d | n.d | n.d |
| LS4 | n.d | n.d | 0.36 | n.d | 0.28 | 4.15 | 0.12 | 2.13 | n.d | n.d | 2.37 | n.d | 4.14 | 0.22 | n.d | n.d | n.d |
| LS5 | n.d | n.d | 0.55 | n.d | 0.46 | 4.96 | n.d | 2.51 | n.d | n.d | 2.33 | n.d | 3.01 | 0.24 | n.d | n.d | n.d |
| <i>Lubina Cultivo Verano Jaula Cataluña</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LCCATA 1-3 | n.d | n.d | 0.23 | n.d | 0.24 | 0.84 | n.d | 0.75 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.61 | 0.47 | 0.01 | 0.09 | n.d |
| LCCATA 4-6 | n.d | n.d | 0.62 | n.d | 0.72 | 1.88 | n.d | 1.47 | n.d | n.d | 0.53 | n.d | 1.72 | 1.47 | 0.11 | 0.57 | n.d |
| LCCATA 7-9 | n.d | n.d | 0.63 | n.d | 0.71 | 2.37 | n.d | 1.83 | n.d | n.d | 0.62 | n.d | 2.01 | 1.77 | 0.13 | 0.62 | n.d |
| LCCATA 10-12 | n.d | n.d | 0.39 | n.d | 0.54 | 1.38 | n.d | 1.18 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.19 | 0.96 | 0.04 | 0.34 | n.d |
| LCCATA 13-15 | n.d | n.d | 0.48 | n.d | 0.61 | 1.69 | n.d | 1.53 | n.d | n.d | 0.66 | n.d | 1.63 | 1.44 | 0.05 | 0.30 | n.d |
| <i>Lubina Cultivo Verano Jaula Canarias</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LCCANA 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.65 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| LCCANA 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.73 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| LCCANA 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.29 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| LCCANA 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.25 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| LCCANA 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.35 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| <i>Lubina Cultivo Primavera Estero Andalucía</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEST 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.00 | n.d | 1.09 | n.d | n.d | n.d | n.d | 7.95 | 3.96 | 0.10 | 0.47 | 0.29 |
| LEST 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.65 | n.d | 1.42 | n.d | n.d | n.d | n.d | 9.93 | 3.97 | 0.17 | 0.72 | 0.37 |
| LEST 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.35 | n.d | 0.96 | n.d | n.d | n.d | n.d | 10.29 | 3.95 | 0.51 | n.d | n.d |
| LEST 6-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.82 | n.d | 2.00 | n.d | n.d | n.d | n.d | 12.06 | 5.21 | 0.51 | n.d | n.d |
| LEST 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.48 | n.d | 2.03 | n.d | n.d | n.d | n.d | 17.01 | 6.06 | 0.47 | 1.77 | 0.68 |

Continuación Tabla 65

| Muestra | PCB ₂₈ | PCB ₅₂ | PCB ₁₀₁ | PCB ₇₇ | PCB ₁₀₅ | PCB ₁₃₈ | PCB ₁₁₈ | PCB ₁₅₃ | PCB ₁₂₆ | PCB ₁₅₆ | PCB ₁₈₀ | PCB ₁₆₉ | ppDDE | ppDDD | HCB | ppDDT | opDDE |
|---|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| <i>Lubina Cultivo Primavera Jaula Grecia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LG 1-3 | n.d | n.d | 1.14 | n.d | 0.97 | 1.94 | n.d | 1.59 | n.d | n.d | n.d | n.d | 4.12 | 2.99 | 0.26 | n.d | n.d |
| LG 4-6 | n.d | n.d | 0.89 | n.d | 1.41 | 2.07 | n.d | 1.37 | n.d | n.d | n.d | n.d | 3.62 | 2.46 | 0.16 | n.d | n.d |
| LG 7-9 | n.d | n.d | 0.73 | n.d | 0.91 | 2.02 | n.d | 1.38 | n.d | n.d | n.d | n.d | 4.09 | 2.34 | 0.30 | n.d | n.d |
| LG 6-12 | n.d | n.d | 1.18 | n.d | 0.90 | 2.19 | n.d | 1.45 | n.d | n.d | n.d | n.d | 4.43 | 3.20 | 0.40 | n.d | n.d |
| LG 13-15 | n.d | n.d | 0.98 | n.d | 1.29 | 2.56 | n.d | 1.79 | n.d | n.d | n.d | n.d | 5.30 | 2.85 | 0.46 | n.d | n.d |
| <i>Lubina Cultivo Primavera Jaula Murcia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LCP 1-3 | n.d | n.d | 0.36 | n.d | 0.48 | 1.08 | n.d | 1.28 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.67 | 0.97 | 0.13 | n.d | n.d |
| LCP 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.92 | n.d | 0.69 | n.d | n.d | n.d | n.d | 2.07 | 3.86 | 0.16 | n.d | n.d |
| LCP 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.40 | n.d | 0.43 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.55 | 4.22 | n.d | n.d | n.d |
| LCP 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.73 | n.d | 0.36 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.55 | 2.36 | 0.12 | n.d | n.d |
| LCP 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.45 | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.73 | 3.03 | 0.14 | n.d | n.d |
| <i>Lubina Cultivo Invierno Jaula Canarias</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LCI 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.43 | 1.89 | n.d | n.d | n.d |
| LCI 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.47 | 1.66 | n.d | n.d | n.d |
| LCI 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.44 | 1.73 | n.d | n.d | n.d |
| LCI 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.29 | 1.50 | n.d | n.d | n.d |
| LCI 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.44 | 2.38 | n.d | n.d | n.d |

Tabla 66. Cantidades encontradas de PCBs y plaguicidas organoclorados (ng/g fresco) en besugo.

| Muestra | PCB ₂₈ | PCB ₅₂ | PCB ₁₀₁ | PCB ₇₇ | PCB ₁₀₅ | PCB ₁₃₈ | PCB ₁₁₈ | PCB ₁₅₃ | PCB ₁₂₆ | PCB ₁₅₆ | PCB ₁₈₀ | PCB ₁₆₉ | ppDDE | ppDDD | HCB | ppDDT | opDDE |
|---|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------|
| <i>Besugo Cultivo Primavera Jaula Galicia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BC1 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.66 | n.d | 0.47 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.81 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| BC3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.14 | n.d | 0.11 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.21 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| BC4 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.61 | n.d | 0.25 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.64 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| BC5 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.40 | n.d | 0.26 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.40 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| <i>Besugo Salvaje Primavera Galicia</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BS1 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.14 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| BS2 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.14 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| BS3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.18 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| BS4 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.34 | n.d | 0.21 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.15 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| BS5 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.09 | n.d | n.d | n.d | n.d |

Tabla 67. Cantidades encontradas de PCBs y plaguicidas organoclorados (ng/g fresco) en rodaballo.

| Muestra | PCB ₂₈ | PCB ₅₂ | PCB ₁₀₁ | PCB ₇₇ | PCB ₁₀₅ | PCB ₁₃₈ | PCB ₁₁₈ | PCB ₁₅₃ | PCB ₁₂₆ | PCB ₁₅₆ | PCB ₁₈₀ | PCB ₁₆₉ | ppDDE | ppDDD | HCB | ppDDT | opDDE |
|---|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| <i>Rodaballo Cultivo Verano Tanques Santander</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RC 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.38 | 0.96 | 0.08 | n.d | n.d |
| RC 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 1.08 | 3.27 | 0.24 | n.d | n.d |
| RC 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.82 | 3.06 | 0.08 | n.d | n.d |
| RC 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.62 | 3.02 | 0.11 | n.d | n.d |
| RC 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.70 | 1.96 | 0.05 | n.d | n.d |
| <i>Rodaballo Cultivo Invierno Tanques Santander</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RCI 1-3 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.57 | 1.22 | n.d | n.d | 0.25 |
| RCI 4-6 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.18 | 0.97 | n.d | n.d | n.d |
| RCI 7-9 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.42 | 1.34 | n.d | n.d | n.d |
| RCI 10-12 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.51 | 1.50 | n.d | n.d | n.d |
| RCI 13-15 | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.20 | 0.88 | n.d | n.d | n.d |
| <i>Rodaballo Salvaje Verano Santander</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RS 1-15 | n.d | n.d | 0.27 | n.d | 0.32 | 3.10 | 0.09 | 1.95 | n.d | 0.04 | 1.51 | n.d | 0.20 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.03 |
| RS 16-18 | n.d | n.d | 0.14 | n.d | 0.17 | 1.58 | 0.04 | 0.89 | n.d | n.d | 0.85 | n.d | 0.11 | 0.52 | 0.03 | n.d | 0.03 |
| RS 19-21 | n.d | n.d | 0.71 | n.d | 0.88 | 12.24 | 0.23 | 7.07 | n.d | 0.28 | 7.97 | n.d | 0.42 | 1.19 | 0.18 | n.d | 0.18 |
| RS 22-24 | n.d | n.d | 0.07 | n.d | 0.13 | 1.70 | n.d | 1.16 | n.d | n.d | 1.10 | n.d | 0.12 | 0.20 | n.d | n.d | n.d |
| RS 25-27 | n.d | n.d | n.d | n.d | 0.08 | 0.88 | n.d | 0.53 | n.d | n.d | 0.48 | n.d | 0.07 | 0.26 | n.d | n.d | n.d |
| RS 28-30 | n.d | n.d | 0.07 | n.d | 0.04 | 1.84 | n.d | 1.08 | n.d | n.d | 1.15 | n.d | 0.06 | 0.17 | n.d | n.d | n.d |

La Figura 139 muestra los valores de Σ PCBs hallados en las cuatro especies objeto de estudio, haciendo una comparación entre los ejemplares de pesca extractiva y de acuicultura. Los resultados muestran que los niveles encontrados en los ejemplares de pesca extractiva son superiores a los encontrados en acuicultura, excepto en el caso de besugo.

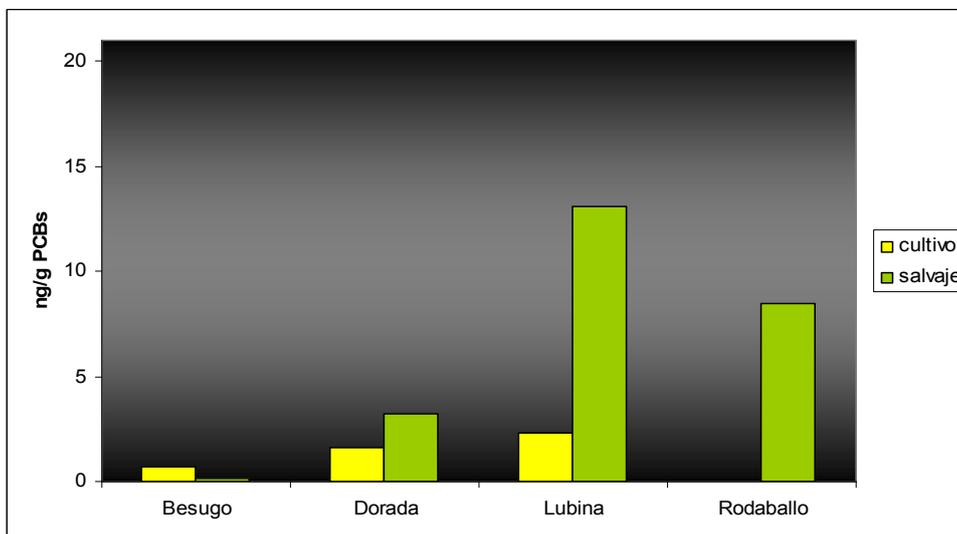


Figura 139. Concentraciones de PCBs en besugo, dorada, lubina y rodaballo de pesca extractiva y acuicultura.

La Figura 140 muestra los valores de Σ DDTs hallados en las cuatro especies objeto de estudio, haciendo una comparación entre los ejemplares de pesca extractiva y de acuicultura. Al contrario de lo que sucede en el caso de los PCBs, los resultados muestran que los niveles encontrados en los ejemplares de pesca extractiva son inferiores a los encontrados en acuicultura para todas las especies estudiadas.

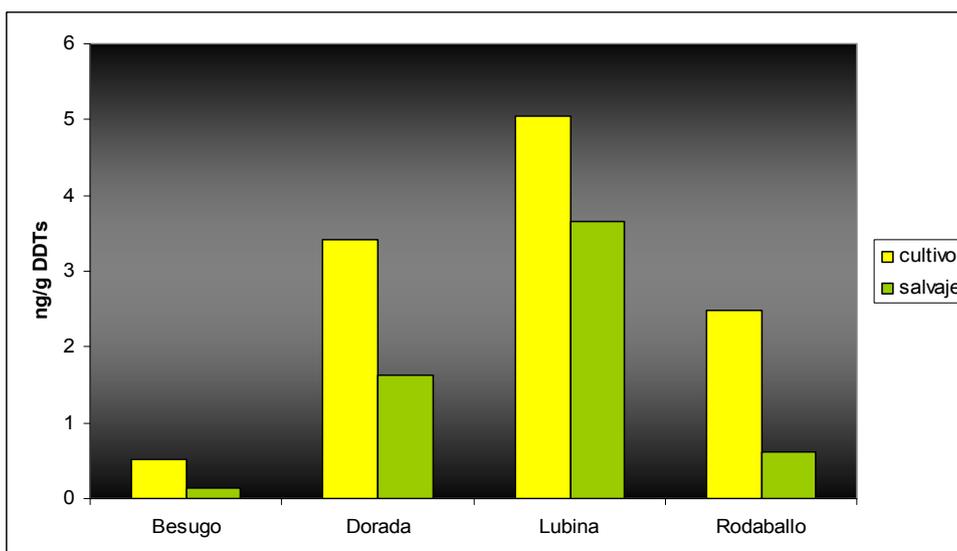


Figura 140. Concentraciones de DDTs en besugo, dorada, lubina y rodaballo de pesca extractiva y acuicultura.

La Figura 141 muestra los valores de Hexaclorobenceno hallados en las cuatro especies objeto de estudio, haciendo una comparación entre los ejemplares de pesca extractiva y de acuicultura. Al igual que en el caso de los DDTs, los resultados muestran que los niveles encontrados en los ejemplares de pesca extractiva son inferiores a los encontrados en acuicultura, excepto en el caso del besugo, donde este contaminante no fue detectado. En el caso del rodaballo, las concentraciones encontradas fueron similares entre los ejemplares de pesca extractiva y de acuicultura.

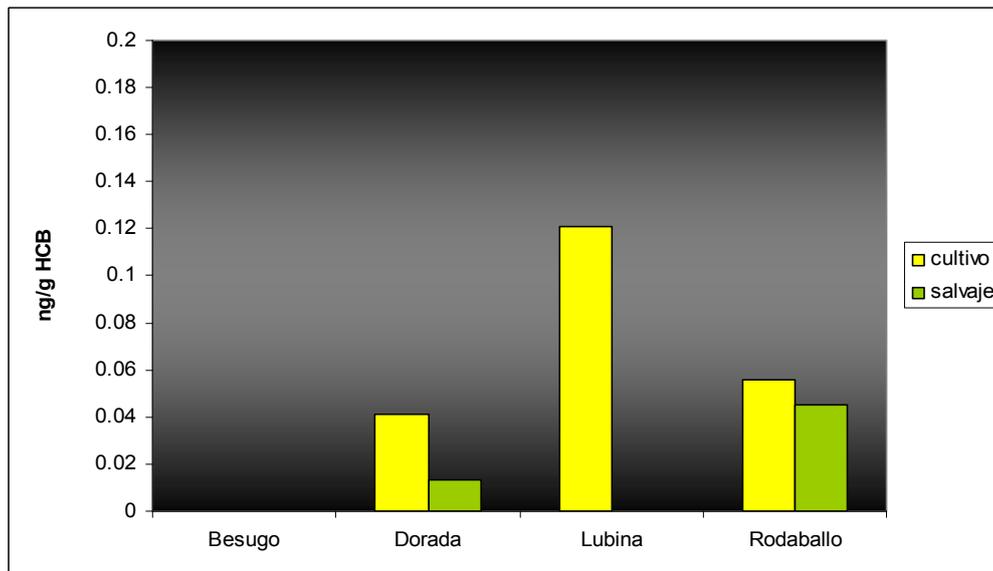


Figura 141. Concentraciones de Hexaclorobenceno en besugo, dorada, lubina y rodaballo de pesca extractiva y acuicultura.

Objetivo 6.

EXPERIENCIAS REALIZADAS EN MURCIA

Envasado en atmósfera modificada (40% CO₂, 30% N₂, 30% O₂), aire y vacío

A partir del día 7 de almacenamiento las muestras C alcanzaron recuentos superiores a los límites máximos recomendados por la Norma ICMSF (1986) por lo cual a partir de este día no se continuaron los controles de este lote.

El envasado a vacío respecto a los demás envasados, fue el que mostró los menores recuentos a día 14, esto nos indica que la ausencia de O₂ realizó un efecto positivo inhibiendo la proliferación de los microorganismos que crecen en presencia del mismo. Los recuentos de Psicrotrofos y Pseudomonas mostraron en el día 14 valores similares a los obtenidos en las muestras control en el día 7. Los recuentos para *E.coli* en todos los envasados mostraron valores inferiores a 10 log ufc/g cuando los límites recogidos en el Reglamento (CE) nº 1441/2007 están establecidos con un valor mínimo de 1 log ufc/g y un máximo de 10 log ufc/g. Por otra parte, bacterias lácticas fueron dominantes en las muestras envasadas en AM los días 11 y 14 de almacenamiento, esto puede demostrar lo que afirman otros autores acerca de que las bacterias lácticas son microflora dominante en envasados con mezcla de gases. En general, se apreció un efecto del envasado V y AM sobre los microorganismos estudiados, de tal forma que disminuyen y retrasan su crecimiento y con ello aumentan la estabilidad microbiológica y vida útil del pescado fresco y almacenado en refrigeración (Tabla 68).

Los valores respecto al pH en filetes de dorada envasadas en aerobiosis (C), a vacío (V) y atmósfera modificada (AM) oscilaron entre un mínimo de 6,23 en el día 0 a un máximo de 6,87 en el día 7 ambos correspondientes a filetes control (C). No se apreciaron diferencias significativas en los valores de pH de las muestras, estos fueron constantes a lo largo del tiempo y en los tres envasados, por tanto ninguno de estos parámetros (tiempo y envasado) afectó al pH del pescado (Tabla 69).

Los valores de CRA se mantuvieron prácticamente constantes durante todo el almacenamiento. En los filetes de dorada envasados al vacío y en atmósfera modificada, los valores oscilaron entre 82,37% y 72,91%. A pesar de ello se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,001$) entre (V) y (AM) en el día 7 de almacenamiento. Sin embargo, en las muestras control se observó un fuerte descenso de la CRA del día 0 (80,21) al día 7 (23,50) posiblemente relacionado con el estado de deterioro del pescado el cual, conduce a una mayor pérdida de agua del filete. Estos resultados demuestran que los envasados V y AM actúan favorablemente sobre la CRA, ya que la mantienen estable en el tiempo y esto redundará en la calidad del pescado, al estar este parámetro directamente relacionado con otros parámetros de calidad como la jugosidad. Por lo que respecta a las muestras C, envasadas en aerobiosis, la CRA podría ser un buen índice de pérdida de calidad del pescado ya que su valor desciende drásticamente durante el almacenamiento (Tabla 70).

La coordenada L^* presentó un valor mínimo de 41,63 y un máximo de 45,21 correspondientes a los días 0 de AM, y 7 de envasado en V. No se apreció un efecto significativo ni del tiempo de almacenamiento ni del tipo de envasado sobre la luminosidad. Se observó un efecto significativo ($P < 0,01$) del tiempo de almacenamiento sobre la coordenada a^* en todos los tipos de envases, de tal forma que, se apreció una disminución en los valores de a^* conforme transcurrieron los días de estudio. En relación al tipo de envasado, tan sólo se apreció un efecto estadísticamente significativo del mismo ($P < 0,01$) en el día 7 de almacenamiento entre los filetes control y los envasados a vacío. Además, estos resultados se correlacionan con los obtenidos en el análisis sensorial por el panel de catadores, donde se obtuvo una disminución en la puntuación del atributo “color de la carne”, a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento. El comportamiento de la coordenada b^* a lo largo del almacenamiento es el mismo para los tratamientos V y AM, este valor se mantiene constante desde el inicio al final del almacenamiento en ambos casos, observándose tan solo diferencias significativas en las muestras envasadas al vacío en el día 7. En el día 7 de almacenamiento hubo efecto del envasado, obteniéndose diferencias significativas ($P < 0,001$) entre las muestras C y las envasadas en AM y V (Tabla 71).

Los valores medios de TBA de las muestras de pescado de este estudio incrementaron gradualmente al aumentar el tiempo de almacenamiento, lo que refleja el deterioro progresivo de la dorada como consecuencia de la oxidación de los lípidos. Hubo un aumento significativo en los valores de TBA en los filetes envasados en AM pasando de un valor inicial de 0,24 mg MDA/Kg de pescado a un valor final en el día 14 de 9,35 mg MDA/Kg de pescado, mientras que en filetes C y V los niveles de MDA fueron de 1,76 y 1,14 mg MDA/Kg pescado, respectivamente.

El envasado que mostró un mayor control sobre la oxidación de los lípidos fue el envasado a vacío, en el día 0 el valor fue de 0,49 mg MDA/Kg de pescado y 1,14 mg MDA/Kg de pescado en el día 14. Estos resultados mostraron que la ausencia de oxígeno fue favorable respecto a la calidad de los filetes de dorada estudiados, ya que se retrasaron considerablemente los fenómenos de oxidación obteniéndose en el envasado a vacío bajos valores de MDA durante todo el tiempo de almacenamiento. Por otro lado, los resultados correspondientes al envasado en atmósfera modificada, no aumenta la estabilidad lipídica, al contrario, en este tipo de muestras se obtuvieron los mayores valores de TBA, observándose un efecto significativo del envasado ($P < 0,01$) sobre este parámetro. El empleo de gases con una alta concentración en O_2 , un 30%, pudo ser la causa de los elevados valores en TBA, además de ello otro factor que ha podido influir en estos valores, es la exposición directa de las bandejas a la luz de la vitrina expositora, de tal forma que esto haya podido contribuir a la oxidación del pescado (Tabla 72).

Los valores de Trimetilamina (TMA) determinaron que el tiempo de almacenamiento influyó en los tres tipos de envasado aumentando el valor de trimetilamina a medida que aumentaron los días de almacenamiento. Este efecto fue estadísticamente significativo en las muestras de dorada envasadas en V y AM. El envasado AM presentó una progresión similar a la del envasado en V, sin

embargo al final del almacenamiento (día 14), el valor medio de TMA en filetes AM fue superior. Este incremento pudo ser debido al contenido en O₂ presente en la mezcla de gases como ya ocurriera con los resultados de TBA. Se observó que el envasado influye positivamente, ya que en el día 14 de estudio se alcanzaron valores de 6,60 y 7,51 mg de N/ 100 g de pescado en los filetes de V y AM, respectivamente, estos valores son similares al obtenido en muestras control en el día 7. Tanto el envasado en V como en AM afectan favorablemente a la calidad de los filetes de dorada, este hecho lo atribuimos a la ausencia de O₂ en (V) y a la mezcla de gases (AM) que actúan evitando la proliferación de microorganismos y el desarrollo de compuestos responsables de la reducción del OTMA. No obstante, el envasado que mostró mejores resultados para la calidad de los filetes, fue el envasado en V (Tabla 73).

El valor medio de NVBT de los filetes de dorada fresca del presente estudio a día 0 fue de 17,49 correspondiente al valor mínimo de 15,80 mg N/ 100 g a las muestras C y máximo de 18,89 mg N/ 100 g a las muestras AM.

A excepción del día 4 de estudio (donde los valores en los tres tipos de envasado se mostraron similares), se apreciaron diferencias significativas ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$) en los valores medios de NBVT respecto al tipo de envasado, en todo el tiempo de almacenamiento. En todos los casos se observó un aumento en los valores desde el día 0 de análisis hasta el día 14. Estas variaciones pueden venir definidas por el tipo de pescado, el contenido en nitrógeno no proteico, tamaño del pescado así como factores ambientales. También dichas variaciones están directamente relacionadas con la actividad microbiana en los tejidos del pez (Tabla 74).

Resultados del análisis sensorial mostraron que el tiempo de almacenamiento y el tipo de envasado tuvieron un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre algunos de los parámetros evaluados. De acuerdo a la escala utilizada, la puntuación de los atributos olor a pescado fresco (OF), color de la carne (CC), brillo de la carne (BC) y elasticidad (E) disminuyeron conforme avanzaba el tiempo de almacenamiento en los distintos envasados. Mientras que los valores de olor a ácido (OA), olor a rancio (OR), olor a pútrido (OP) y adhesividad (AD) se incrementaron durante el mismo. El olor a fresco (OF) disminuyó con respecto al tiempo, en el día 7 en las muestras C y en los días 11 y 14 en las muestras V y AM, respectivamente. No obstante el envasado influyó positivamente en la propiedad de olor a fresco en filetes envasados en V y AM (Tabla 8). Resulta llamativo que pese al estado de deterioro de las muestras del día 7 (C) y 14 (V y AM), la puntuación del olor a rancio (OR) fue demasiado baja, cabe pensar que dicho olor pudo mezclarse con otros olores anómalos y el panel no lo identificó adecuadamente, por ello sería un aspecto en el que se debería de tener en cuenta para futuros trabajos. El olor a pútrido (OP) aumentó considerablemente en C desde el día 0 (1) hasta el día 7 (5) ($p < 0,001$) y en muestras V y AM este atributo también aumentó de forma significativa poniendo de manifiesto el deterioro sensorial del pescado con el transcurso del tiempo. La apariencia del pescado también empeoró al aumentar el tiempo de almacenamiento, siendo un efecto significativo ($P < 0,001$). En muestras C a partir del día 7 hubo un descenso importante en las puntuaciones de color de la carne (CC), apariencia del músculo (A) y elasticidad (E) así como un aumento de adherencia (AD). La mayor diferencia observada, fue en el color de la carne,

donde el envasado V de dicho día, obtuvo una puntuación de 3,25 respecto a los 2 puntos del envasado en AM. Esto nos indica que existe un efecto del envasado en el color, al no haber presencia de oxígeno, se evitan reacciones de oxidación que favorecen los cambios en el color de la carne.

En lo que respecta al parámetro de textura, las muestras C son las que mostraron una mayor pérdida de elasticidad (E) así como un aumento de la adherencia (AD) respecto a los filetes estudiados envasados en V y AM, esto nos muestra que el envasado en aerobiosis y el tiempo de almacenamiento influye negativamente en los parámetros del producto (Tabla 75).

Tabla 68. Recuentos log ufc/g de pescado de Aerobios Mesófilos (**ME**), Psicotróficos (**PSI**), Anaerobios (**AN**), Enterobacterias (**EN**), Coliformes (**CO**), Pseudomonas (**PSE**) y Bacterias lácticas (**BL**) en filetes de dorada almacenadas en refrigeración a 4 °C.

| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |
|------------|-----------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----|
| ME | C | 4,54± 0,17 ^x | 7,30± 0,08 ^{aw} | 8,52 ± 0,01 ^{av} | | | *** |
| | V | 4,74± 0,06 ^y | 5,16± 0,06 ^{by} | 6,84 ± 0,19 ^{bx} | 7,40 ± 0,17 ^w | 8,36 ± 0,05 ^v | *** |
| | AM | 4,60± 0,10 ^x | 4,85± 0,07 ^{cx} | 6,63 ± 0,52 ^{bw} | 8,15 ± 0,13 ^v | 8,77 ± 0,18 ^v | *** |
| NS | | NS | *** | * | NS | NS | |
| PSI | C | 4,51± 0,14 ^x | 7,15± 0,08 ^{aw} | 8,62± 0,04 ^{av} | | | *** |
| | V | 4,65± 0,05 ^x | 5,21± 0,08 ^{bx} | 6,94± 0,26 ^{bw} | 7,64± 0,14 ^v | 8,14 ± 0,08 ^v | *** |
| | AM | 4,25± 0,16 ^x | 4,70± 0,09 ^{cx} | 6,84± 0,56 ^{bw} | 7,87 ± 0,03 ^{vw} | 8,41 ± 0,03 ^v | *** |
| NS | | NS | NS | * | NS | NS | |
| AN | C | 2,87± 0,08 ^x | 4,84 ± 0,20 ^{aw} | 6,69± 0,10 ^v | | | *** |
| | V | 2,85± 0,12 ^z | 3,99 ± 0,05 ^y | 6,47± 0,11 ^x | 7,42 ± 0,08 ^w | 7,87 ± 0,04 ^v | *** |
| | AM | 2,28± 0,32 ^y | 3,34± 0,16 ^{cx} | 6,05± 0,33 ^w | 7,28 ± 0,02 ^v | 7,84± 0,04 ^v | *** |
| NS | | NS | * | NS | NS | NS | |
| EN | C | 2,27± 0,08 ^x | 3,76± 0,07 ^{aw} | 6,14± 0,06 ^{av} | | | *** |
| | V | 2,31± 0,09 ^z | 3,45± 0,04 ^{ay} | 5,65± 0,23 ^{abx} | 6,22 ± 0,12 ^w | 7,21 ± 0,06 ^v | *** |
| | AM | 1,93± 0,24 ^x | 2,53± 0,13 ^{bx} | 4,76± 0,34 ^{bw} | 5,97 ± 0,14 ^v | 6,49± 0,23 ^v | *** |

| NS | | NS | NS | NS | NS | NS | |
|------------|-----------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|
| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |
| | C | 1,83± 0,15 ^x | 3,28± 0,13 ^{aw} | 6,04 ± 0,08 ^{av} | | | *** |
| CO | V | 2,07± 0,18 ^y | 3,31± 0,08 ^{ax} | 5,59± 0,22 ^{aw} | 6,12± 0,12 ^w | 7,07 ± 0,10 ^v | *** |
| | AM | 1,54± 0,24 ^x | 2,07± 0,13 ^{bx} | 4,81± 0,20 ^{bw} | 5,68± 0,11 ^{vw} | 6,26± 0,28 ^v | *** |
| NS | | NS | * | * | NS | NS | |
| | C | 2,79± 0,10 ^x | 6,65 ± 0,10 ^{aw} | 8,35 ± 0,03 ^{av} | | | *** |
| PSE | V | 2,75± 0,05 ^y | 4,20 ± 0,08 ^{bx} | 6,66 ± 0,08 ^{bw} | 7,58 ± 0,13 ^v | 7,83 ± 0,12 ^v | *** |
| | AM | 2,75± 0,01 ^{wy} | 4,53± 0,09 ^{bx} | 6,59 ± 0,50 ^{bw} | 7,85 ± 0,12 ^v | 8,06± 0,10 ^v | *** |
| NS | | NS | NS | * | NS | NS | |

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

abc: efecto de la muestra / vwxyz: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

Tabla 69. Valores de **pH** en filetes de dorada envasadas en aerobiosis (C), a vacío (V) y atmósfera modificada (AM), almacenadas en refrigeración 4°C.

| | C | V | AM | NS |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 0 | 6, 23 ± 0, 02 | 6, 26 ± 0, 00 | 6, 26 ± 0, 02 | NS |
| 4 | 6, 56 ± 0, 16 | 6, 49 ± 0, 11 | 6, 73 ± 0, 13 | NS |
| 7 | 6, 87 ± 0, 14 | 6, 41 ± 0, 18 | 6, 57 ± 0, 10 | NS |
| 11 | | 6, 47 ± 0, 08 | 6, 66 ± 0, 11 | NS |
| 14 | | 6, 36 ± 0, 09 | 6, 73 ± 0, 17 | NS |
| Nivel | | | | |
| Significación | NS | NS | NS | |

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

NS: No Significativo

Tabla 70. Valores de **CRA** en filetes de dorada envasadas en aerobiosis (C), a vacío (V) y atmósfera modificada (AM), almacenados en refrigeración a 4°C.

| | C | V | AM | NS |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----|
| 0 | 80, 21±1,57 ^x | 76, 32±1, 76 | 75, 83±2,37 ^{xy} | NS |
| 4 | 78, 45±1,09 ^x | 77, 38±0, 81 | 77, 79±1,04 ^{xy} | NS |
| 7 | 23, 50±4,75 ^{by} | 80, 22±2,97 ^a | 72, 91±1,54 ^{ay} | *** |
| 11 | | 82, 37±1,09 | 81, 58±0,55 ^x | NS |
| 14 | | 77, 72±0,95 | 78, 54±2,63 ^{xy} | NS |
| Nivel | | | | |
| Significación | *** | NS | * | |

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

abc: efecto de la muestra / xyz: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

Tabla 71. Valores de parámetros de color (L^* , a^* y b^*) en filetes de dorada envasadas en aerobiosis (C), a vacío (V) y atmósfera modificada (AM), almacenadas en refrigeración 4°C.

| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |
|-------|----|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|-----|
| L^* | C | 44,60 ± 1,35 | 42,45 ± 0,80 | 43,78 ± 0,70 | | | NS |
| | V | 43,44 ± 0,85 | 42,19 ± 0,38 | 41,63 ± 0,58 | 43,07 ± 0,24 | 43,31 ± 0,56 | NS |
| | AM | 45,18 ± 2,40 | 43,37 ± 0,83 | 42,96 ± 1,64 | 45,21 ± 0,73 | 44,61 ± 0,63 | NS |
| NS | | NS | NS | NS | NS | NS | |
| a^* | C | 5,28 ± 0,18 ^x | 3,12 ± 0,20 ^y | 2,08 ± 0,10 ^{bz} | | | *** |
| | V | 5,37 ± 0,09 ^x | 2,90 ± 0,19 ^y | 3,20 ± 0,19 ^{ay} | 2,80 ± 0,20 ^y | 3,07 ± 0,21 ^y | *** |
| | AM | 5,27 ± 0,28 ^x | 2,88 ± 0,12 ^y | 2,91 ± 0,16 ^{ay} | 2,04 ± 0,35 ^y | 2,52 ± 0,19 ^y | *** |
| NS | | NS | NS | ** | NS | NS | |
| b^* | C | -2,40 ± 2,92 | -6,99 ± 0,58 | -4,03 ± 0,62 ^a | | | NS |
| | V | -6,12 ± 0,44 | -7,20 ± 0,77 | -7,51 ± 0,30 ^b | -6,20 ± 0,32 | -5,90 ± 0,71 | NS |
| | AM | -6,19 ± 0,20 ^{xy} | -7,61 ± 0,37 ^z | -7,26 ± 0,27 ^{byz} | -5,70 ± 0,42 ^x | -6,44 ± ,28 ^{xyz} | ** |
| NS | | NS | NS | *** | NS | NS | |

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para $P < 0,05$; $P < 0,01$ y $P < 0,001$

abc: efecto de la muestra / xyz: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

Tabla 74. Valores de **NBVT** en filetes de dorada envasadas en aerobiosis (C), a vacío (V) y atmósfera modificada (AM), almacenadas en refrigeración 4°C.

| | C | V | AM | NS |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----|
| 0 | 15, 80 ± 0, 51 ^{by} | 18, 89 ± 0, 56 ^{az} | 17, 79 ± 0, 57 ^{abz} ** | |
| 4 | 19, 38 ± 0, 11 ^y | 18, 66 ± 0, 88 ^z | 18, 37 ± 0, 55 ^z | NS |
| 7 | 49, 87 ± 3, 37 ^{ax} | 20, 73 ± 0, 60 ^{bz} | 21, 20 ± 0, 52 ^{by} | *** |
| 11 | | 31, 86 ± 1, 57 ^y | 22, 66 ± 0, 41 ^y | * |
| 14 | | 37, 35 ± 1, 42 ^x | 27, 91 ± 0, 91 ^x | ** |
| Nivel | | | | |
| Significación | *** | *** | *** | |

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

abc: efecto de la muestra / wxyz: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

Tabla 75. Análisis sensorial de filetes de dorada almacenados en refrigeración en distintos envasados en aerobiosis (C), al vacío (V) y atmósfera modificada (AM) durante 14 días.

| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |
|------------|-----------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|
| OF | C | 5,00± 0,00 ^w | 4,05± 0,14 ^{bx} | 1,05 ± 0,05 ^{cy} | | | *** |
| | V | 5,00± 0,00 ^w | 4,60± 0,13 ^{ax} | 2,08 ± 0,08 ^{by} | 1,35 ± 0,15 ^z | 1,00 ± 0,00 ^z | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^w | 3,42± 0,16 ^{cx} | 2,71 ± 0,22 ^{ay} | 1,11 ± 0,08 ^z | 1,00 ± 0,00 ^z | *** |
| NS | | NS | *** | *** | NS | NS | |
| OA | C | 1,00± 0,00 ^x | 1,00 ± 0,00 ^x | 1,20 ± 0,09 ^{aw} | | | * |
| | V | 1,00± 0,00 ^x | 1,00 ± 0,00 ^x | 1,00± 0,00 ^{bx} | 1,35± 0,11 ^w | 1,50 ± 0,12 ^w | *** |
| | AM | 1,00± 0,00 ^x | 1,00 ± 0,00 ^x | 1,00± 0,00 ^{bx} | 1,28 ± 1,18 ^x | 2,37 ± 0,11 ^w | *** |
| NS | | NS | NS | * | NS | *** | |
| OR | C | 1,00± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | 1,00± 0,00 | | | NS |
| | V | 1,00± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | 1,00± 0,00 | 1,05 ± 0,05 | 1,00 ± 0,00 | NS |
| | AM | 1,00± 0,00 ^y | 1,15 ± 0,08 ^{xy} | 1,05 ± 0,05 ^y | 1,44 ± 0,13 ^x | 2,29 ± 0,11 ^w | *** |
| NS | | NS | * | NS | NS | *** | |
| OAM | C | 1,00± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | 1,00± 0,00 | | | NS |
| | V | 1,00± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | 1,00± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | NS |
| | AM | 1,00± 0,00 ^x | 1,00 ± 0,00 ^x | 1,00± 0,00 ^x | 1,00 ± 0,00 ^x | 1,21± 0,10 ^w | *** |
| NS | | NS | NS | NS | NS | * | |

| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |
|-----------|-----------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----|
| OP | C | 1,00± 0,00 ^x | 1,05 ± 0,05 ^{abx} | 5,00 ± 0,00 ^{aw} | | | *** |
| | V | 1,00± 0,00 ^y | 1,00 ± 0,00 ^{by} | 1,11± 0,07 ^{cxy} | 3,12± 0,17 ^w | 1,50 ± 0,22 ^x | *** |
| | AM | 1,00± 0,00 ^y | 1,25 ± 0,10 ^{axy} | 1,75± 0,20 ^{bw^x} | 2,26 ± 0,18 ^w | 1,74 ± 0,17 ^{w^x} | *** |
| NS | | NS | * | *** | * | NS | |
| CC | C | 5,00± 0,00 ^w | 4,58 ± 0,12 ^x | 1,50 ± 0,12 ^y | | | *** |
| | V | 5,00± 0,00 ^w | 4,89 ± 0,07 ^w | 3,61 ± 0,12 ^x | 3,17 ± 0,09 ^y | 3,25 ± 0,10 ^y | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^w | 4,65 ± 0,11 ^w | 3,10 ± 0,20 ^x | 2,75 ± 0,18 ^x | 2,00 ± 0,11 ^y | *** |
| NS | | NS | NS | *** | * | *** | |
| BC | C | 5,00± 0,00 ^w | 4,15 ± 0,08 ^{bx} | 4,15± 0,08 ^{ax} | | | *** |
| | V | 5,00± 0,00 ^w | 4,89± 0,07 ^{aw} | 2,90 ± 0,18 ^{bx} | 2,41 ± 0,12 ^y | 2,58 ± 0,12 ^{xy} | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^w | 4,35± 0,11 ^{bx} | 2,56 ± 0,12 ^{by} | 2,39 ± 0,12 ^y | 2,29 ± 0,14 ^y | *** |
| NS | | NS | *** | *** | NS | NS | |
| A | C | 5,00± 0,00 ^w | 4,45± 0,11 ^{bx} | 2,35 ± 0,11 ^{by} | | | *** |
| | V | 5,00± 0,00 ^w | 4,89± 0,07 ^{aw} | 3,65 ± 0,1 ^{ax} | 2,40 ± 0,11 ^y | 2,59 ± 0,12 ^y | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^w | 4,55± 0,11 ^{abx} | 3,45 ± 0,11 ^{ay} | 2,32 ± 0,11 ^z | 2,50 ± 0,12 ^z | *** |
| NS | | NS | ** | *** | NS | NS | |
| E | C | 5,00± 0,00 ^w | 4,71± 0,11 ^w | 1,47 ± 0,12 ^{bx} | | | *** |
| | V | 5,00± 0,00 ^w | 4,89 ± 0,07 ^w | 3,31 ± 0,20 ^{ax} | 2,32 ± 0,11 ^y | 2,58 ± 0,12 ^y | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^w | 4,60 ± 0,21 ^w | 3,38 ± 0,18 ^{ax} | 2,68 ± 0,11 ^y | 2,39 ± 0,12 ^y | *** |
| NS | | NS | NS | *** | * | NS | |

| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |
|-------------------------------|----|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|
| AD | C | 1,00± 0,00 ^y | 1,60 ± 0,11 ^{ax} | 3,79 ± 0,10 ^{aw} | | | *** |
| | V | 1,00± 0,00 ^y | 1,00 ± 0,00 ^{by} | 2,00 ± 0,10 ^{bx} | 1,79 ± 0,15 ^x | 2,72 ± 0,11 ^w | *** |
| | AM | 1,00± 0,00 ^y | 1,15 ± 0,08 ^{by} | 2,10 ± 0,12 ^{bx} | 1,95 ± 0,15 ^x | 2,84 ± 0,19 ^w | *** |
| Nivel de significación | | NS | *** | *** | NS | NS | |

Atributos: **OF:** Olor pescado fresco; **OA:** Olor Ácido; **OR:** Olor Rancio; **OAM:** Olor Amoníaco; **OP:** Olor pútrido; **CC:** Color carne; **BC:** Brillo; **A:** Apariencia músculo; **E:** Elasticidad; **AD:** Adherencia.

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

abc: efecto de la muestra / wxyz: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

Envasado en atmósfera modificada (40% CO₂, 60% N₂) y aire

Para el pH en el día 0 de estudio, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) en muestras C y AM, aunque, los valores corresponden a los habituales en dorada postmortem (6.0-6.5). Se observa un efecto significativo del tiempo de almacenamiento en ambos grupos de muestras C ($p < 0.01$) y AM ($p < 0.001$). Los valores en ambos tipos de envasados aumentaban conforme transcurrían los días de almacenamiento, este aumento puede ser debido a la producción/formación de diferentes compuestos de degradación de bacterias y otros componentes que dan lugar al deterioro del pescado (Tabla 76).

Los resultados de Capacidad de Retención de Agua (CRA) para ambos tipos de envasado y a lo largo de todos los días de almacenamiento no mostraron diferencias significativas. Los valores medio obtenidos fueron de entre 74.81 % y 87.41%. Estos valores muestran que hasta el final del estudio, los filetes se mostraron en buen estado y perdieron únicamente un pequeño porcentaje de agua (Tabla 77).

Los valores iniciales de TBA fueron 0.13 y 0.17 mg MDA kg⁻¹ para filete de pescado fresco en ambos envasados. Una vez el pescado es eviscerado, manipulado y fileteado, en ese momento comienzan a darse procesos de oxidación en el músculo del pescado. Se observaron diferencias significativas para el envasado C ($p < 0.001$) y AM ($p < 0.01$) a lo largo del almacenamiento. Los valores se incrementaron gradualmente hasta el día 7 en ambos envasados, a partir de ese día se apreció un descenso en los valores. Las muestras C mostraron valores más bajos de oxidación que en AM. Diversos autores han atribuido este hecho a la cantidad de población bacteriana la cual toma el oxígeno disponible del envase para poder realizar su actividad microbiana dejando poca cantidad disponible para la oxidación lipídica (Tabla 78).

Los valores iniciales de NVBT en muestras C y AM fueron de 18.18 y 17.47 mg N 100 g⁻¹ respectivamente. Muchos autores han establecido diferentes intervalos de valores en NVBT para pescado fresco. En nuestro estudio los resultados iniciales se corresponden con diversos resultados mostrados en bibliografía en estudios de filetes de dorada y lubina. En los días 0 y 4 no se encontraron diferencias significativas para ambos tipos de envasado, sin embargo si se observaron diferencias significativas en los días 7 y 14 ($p < 0.01$). Por tanto hay un efecto del envasado (AM) en las muestras de filetes de dorada. Las muestras envasadas en C, mostraron diferencias significativas ($p < 0.001$) a lo largo del tiempo de almacenamiento (Tabla 79).

Los valores iniciales de TMA en las muestras envasadas en C y AM fueron de 1.10 y 0.96 mg N 100 g⁻¹ respectivamente. El valor de este parámetro fue incrementando gradualmente en todas las muestras. En el envasado AM hubo diferencias significativas ($p < 0.05$), encontrándose su valor más elevado (3.25 mg N 100 g⁻¹) en el último día de estudio (día 18). También se apreciaron diferencias significativas en los días 11 ($p < 0.05$) y 14 (0.01) de estudio entre

los dos tipos de envasado. En este caso también se observó que hubo un efecto del envasado AM en las muestras de filetes de dorada (Tabla 80).

La coordenada L* presentó un valor mínimo de 39.72 y un máximo de 46.45 correspondientes a los días 4 y 0 del envasado en C. No se apreció un efecto significativo ni del tiempo de almacenamiento ni del tipo de envasado sobre la luminosidad. Tampoco se observaron diferencias significativas sobre la coordenada a* en ambos tipos de envasados. El comportamiento de la coordenada b* a lo largo del almacenamiento es el mismo para los tratamientos C y AM, este valor se mantiene constante desde el inicio al final del almacenamiento en ambos casos, no observándose diferencias significativas en las muestras.

Resultados del análisis sensorial (Tabla 81) mostraron que el tiempo de almacenamiento tuvo un efecto significativo ($p < 0.001$) en el envasado C respecto a todos los atributos estudiados: olor a pescado fresco (OF), olor a ácido (OA), olor a rancio (OR), olor amoníaco (OAM), olor a pútrido (OP), color de la carne (CC), brillo de la carne (BC), apariencia del músculo (A), elasticidad (E) y adhesividad (AD).

En el caso del envasado en AM, estas muestras presentaron diferencias significativas ($p < 0.001$) para los mismos atributos que el grupo C, a excepción de olor a ácido (OA) y olor amoníaco (OAM).

De acuerdo a la escala utilizada, la puntuación de los atributos olor a pescado fresco (OF), color de la carne (CC), brillo de la carne (BC) y elasticidad (E) disminuyeron conforme avanzaba el tiempo de almacenamiento en los dos tipos de envasados. Mientras que los valores de olor a rancio (OR), olor a pútrido (OP) y adhesividad (AD) se incrementaron durante el mismo.

El olor a fresco (OF) disminuyó con respecto al tiempo de almacenamiento, en el día 7, 11 y 14 se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$; $p < 0.001$; $p < 0.001$) respectivamente, entre los dos tipos de envasado, obteniéndose las puntuaciones más bajas para el envasado C. No obstante el envasado influyó positivamente en la propiedad de olor a fresco en filetes envasados en AM.

El panel detectó nítidamente el olor a rancio (OR) en los días 11 y 14 de estudio en ambas muestras de envasado en C y AM, obteniéndose diferencias significativas ($p < 0.001$) para los dos tipos de almacenamiento. En el caso del olor a pútrido (OP), olor característico que tiene lugar cuando el pescado alcanza un elevado grado de deterioro, el panel lo apreció en el día 7 de estudio en el envasado en C y en el día 11 de estudio para las muestras envasadas en AM. La apariencia del pescado también empeoró al aumentar el tiempo de almacenamiento, siendo un efecto significativo ($P < 0.001$).

En lo que respecta al color de la carne (CC) de los filetes, sensorialmente el panel sí pudo apreciar y puntuar los cambios acontecidos en los filetes debido al transcurso del tiempo, datos que no se corresponden con los obtenidos mediante colorimetría. En los días 11 y 14 se observaron diferencias significativas ($p < 0.01$; $p < 0.001$) en los dos tipos de envasado.

En el presente estudio, las muestras envasadas en C mostraron resultados similares a los obtenidos en el envasado en AM en lo que respecta a atributos de elasticidad (E), apariencia del músculo (A) y adherencia (AD), de tal forma que dichos filetes estuvieron en perfecto estado sensorialmente.

En el presente estudio, se apreció que los filetes envasados en aerobiosis (C) mostraron un menor grado de deterioro de lo esperado, aumentando la vida útil de los filetes hasta los días 11 y 14 de estudio.

A partir del día 7 de almacenamiento las muestras C alcanzaron recuentos superiores a los límites máximos recomendados por la Normal ICMSF (1986) en los siguientes microorganismos: aerobios mesófilos (A), psicrotróficos (PSI) y anaerobios (AN). Sin embargo sensorialmente los filetes se encontraron en buen estado no mostrándo olores a pútrido y presentando una correcta apariencia.

El envasado AM respecto al envasado C, fue el que mostró los menores recuentos conforme transcurrieron los días de estudio, en el caso de la atmósfera utilizada (carente de oxígeno), esta tuvo un efecto positivo ya que se inhibieron los diferentes microorganismos que crecen en presencia de O₂.

Diferencias significativas ($p < 0.001$) presentaron todos los microorganismos estudiados para el envasado en C respecto al tiempo de almacenamiento.

Los recuentos para *E.coli* en todos los envasados mostraron valores inferiores a 10 log ufc/g cuando los límites recogidos en el Reglamento (CE) nº 1441/2007 están establecidos con un valor mínimo de 1 log ufc/g y un máximo de 10 log ufc/g. Por otra parte, bacterias lácticas fueron dominantes en las muestras envasadas en AM los días 11 y 14 de almacenamiento, esto puede demostrar lo que afirman otros autores acerca de que las bacterias lácticas son microflora dominante en envasados con mezcla de gases.

En general, se apreció un efecto del envasado AM sobre los microorganismos estudiados, de tal forma que disminuyen y retrasan su crecimiento y con ello aumentan la estabilidad microbiológica y vida útil del pescado fresco y almacenado en refrigeración.

Tabla 76. Valores de pH.

| | Aerobiosis | AM | NS |
|-----------|-------------------------|------------------------|-----------|
| 0 | 6,34±0,04 ^w | 5,94±0,17 ^w | ** |
| 4 | 6,45±0,08 ^{vw} | 6,38±0,04 ^v | NS |
| 7 | 6,42±0,03 ^{vw} | 6,36±0,04 ^v | NS |
| 11 | 6,51±0,06 ^v | 6,47±0,06 ^v | NS |
| 14 | 6,48±0,06 ^v | 6,58±0,16 ^v | NS |

Nivel

Significación

**

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

vw: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

Tabla 77. Valores de Capacidad de Retención de Agua (CRA).

| | Aerobiosis | AM | NS |
|-----------|-------------------|------------|-----------|
| 0 | 80,87±2,50 | 78,74±1,20 | NS |
| 4 | 80,64±2,55 | 78,88±6,36 | NS |
| 7 | 79,67±1,32 | 81,33±0,58 | NS |
| 11 | 81,21±6,33 | 87,41±4,63 | NS |
| 14 | 74,81±8,81 | 75,54±8,99 | NS |

Nivel

Significación

NS

NS

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

NS: No Significativo

Tabla 78. Valores de Ácido Tiobarbitúrico (TBA) (mg MDA kg⁻¹)

| | Aerobiosis | AM | NS |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| 0 | 0,13 ± 0,03 ^x | 0,17 ± 0,06 ^w | NS |
| 4 | 1,01 ± 0,43 ^{wx} | 2,25 ± 0,30 ^{vw} | ** |
| 7 | 2,15 ± 0,74 ^v | 2,89 ± 0,85 ^v | NS |
| 11 | 1,78 ± 0,06 ^{vw} | 1,95 ± 0,77 ^{vw} | NS |
| 14 | 1,34 ± 0,43 ^{vw} | 2,92 ± 1,86 ^v | NS |
| Nivel Significación | *** | ** | |

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

vw: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

Tabla 79. Valores de Nitrógeno Básico Volátil Total (NBVT) (mg N 100 g⁻¹)

| | Aerobiosis | AM | NS |
|----------------------------|---------------------------|--------------|-----------|
| 0 | 18,18 ± 1,20 ^w | 17,47 ± 1,26 | NS |
| 4 | 15,53 ± 3,81 ^w | 13,12 ± 5,01 | NS |
| 7 | 18,37 ± 0,34 ^w | 16,76 ± 0,74 | ** |
| 11 | 28,49 ± 4,96 ^v | 13,16 ± 5,91 | ** |
| 14 | | 14,53 ± 1,28 | |
| Nivel Significación | *** | NS | |

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

vw: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

Tabla 80. Valores de Trimetilamina (TMA) (mg N 100 g⁻¹)

| | Aerobiosis | AM | NS |
|-----------|-------------------|---------------------------|-----------|
| 0 | 1,10 ± 0,50 | 0,96 ± 0,31 ^{vw} | NS |
| 4 | 2,79 ± 3,47 | 0,67 ± 0,24 ^w | NS |
| 7 | 0,22± 0,16 | 0,44± 0,17 ^w | NS |
| 11 | 2,09± 0,84 | 0,85 ± 0,31 ^w | * |
| 14 | 2,51± 0,41 | 0,84 ± 0,24 ^w | ** |

Nivel

Significación NS *

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

vw: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

| DORADA 2011 | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | Nivel de significación |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------------------------|
| aerobiosis | 46,45 ± 6,19 | 39,72 ± 2,52 | 41,72 ± 0,56 | 40,07 ± 4,04 | 41,48± 0,03 | NS |
| L* | | | | | | |
| AM | 41,26 ± 2,23 | 40,25 ± 0,45 | 41,98± 0,88 | 44,56 ± 2,44 | 45,94± 3,02 | NS |
| Nivel de significación | NS | NS | NS | NS | NS | |
| aerobiosis | 0,58 ± 0,86 | 1,11 ± 0,25 | 1,08± 0,81 | 0,35 ± 0,40 | -0,35 ± 0,25 | NS |
| a* | | | | | | |
| AM | 0,03 ± 0,68 | 0,34 ± 0,23 | 0,59± 0,10 | 0,18 ± 0,59 | -0,46 ± 0,23 | NS |
| Nivel de significación | NS | NS | NS | NS | NS | |
| aerobiosis | -1,65 ± 0,01 | -1,87 ± 1,14 | -0,18± 0,75 | -1,13 ± 0,40 | 0,99 ± 2,53 | NS |
| b* | | | | | | |
| AM | -2,10 ± 0,79 | -1,75 ± 0,93 | -0,81 ± 0,73 | -1,14 ± 2,21 | -1,01 ± 0,57 | NS |
| Nivel de significación | NS | NS | NS | NS | NS | |

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para $p < 0,05$; $p < 0,01$ y $p < 0,001$. NS: No Significativo

Tabla 81. Análisis sensorial de filetes de dorada 2011.

| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |
|------------|-----------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-----|
| OF | C | 5,00± 0,00 ^v | 4,35± 0,49 ^w | 3,83± 0,38 ^x | 2,61± 1,04 ^y | 1,06± 0,23 ^z | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^v | 4,67± 0,48 ^v | 4,11± 0,32 ^w | 3,89 ± 0,32 ^w | 2,39± 0,50 ^x | *** |
| NS | | NS | NS | * | *** | *** | |
| OA | C | 1,00± 0,00 ^w | 1,00 ± 0,00 ^w | 1,06±0,24 ^w | 1,56± 0,70 ^v | 1,00± 0,00 ^w | *** |
| | AM | 1,00± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | 1,00± 0,00 | 1,00± 0,00 | 1,11± 0,32 | NS |
| NS | | NS | NS | NS | ** | NS | |
| OR | C | 1,00± 0,00 ^x | 1,00 ± 0,00 ^x | 1,11± 0,32 ^x | 1,72± 0,67 ^w | 3,11± 0,32 ^v | *** |
| | AM | 1,00± 0,00 ^w | 1,00± 0,00 ^w | 1,00± 0,00 ^w | 1,11± 0,32 ^v | 1,94± 0,64 ^v | *** |
| NS | | NS | NS | NS | *** | *** | |
| OAM | C | 1,00± 0,00 ^w | 1,00 ± 0,00 ^w | 1,00± 0,00 ^w | 1,28± 0,46 ^v | 1,00± 0,00 ^w | *** |
| | AM | 1,00± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | 1,00± 0,00 | 1,00 ± 0,00 | 1,11± 0,32 | NS |
| NS | | NS | NS | NS | * | NS | |

| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |
|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| OP | C | 1,00± 0,00 ^x | 1,00±0,00 ^x | 1,17± 0,38 ^{wx} | 2,44± 1,15 ^v | 1,61± 0,69 ^w | *** |
| | AM | 1,00± 0,00 ^x | 1,00±0,00 ^x | 1,00± 0,00 ^x | 1,28± 0,46 ^w | 1,78± 0,43 ^v | *** |
| NS | | NS | NS | NS | *** | NS | |
| CC | C | 5,00± 0,00 ^v | 4,89± 0,32 ^v | 4,06± 0,42 ^w | 3,72± 0,46 ^x | 3,00± 0,00 ^y | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^v | 4,83± 0,38 ^v | 4,28± 0,46 ^w | 4,11± 0,32 ^w | 3,50± 0,51 ^x | *** |
| NS | | NS | NS | NS | ** | *** | |
| BC | C | 5,00± 0,00 ^v | 4,39±0,50 ^w | 3,89± 0,32 ^x | 3,82± 0,39 ^x | 4,50± 0,51 ^w | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^v | 4,56± 0,51 ^w | 4,22± 0,43 ^{xy} | 4,00± 0,00 ^y | 5,00± 0,00 ^v | *** |
| NS | | NS | NS | * | NS | *** | |
| A | C | 5,00± 0,00 ^v | 4,78± 0,42 ^v | 4,28± 0,46 ^w | 3,89± 0,58 ^x | 4,00± 0,00 ^{wx} | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^v | 4,83± 0,38 ^v | 4,33± 0,48 ^w | 4,33± 0,48 ^{wx} | 4,00± 0,00 ^{wx} | *** |
| NS | | NS | NS | NS | * | NS | |
| E | C | 5,00± 0,00 ^v | 4,78± 0,43 ^v | 4,17± 0,38 ^w | 3,50± 0,51 ^x | 3,67± 0,48 ^x | *** |
| | AM | 5,00± 0,00 ^v | 4,83± 0,38 ^v | 4,33± 0,48 ^w | 3,67± 0,49 ^x | 3,44± 0,51 ^x | *** |
| NS | | NS | NS | NS | NS | NS | |
| | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | NS |

| | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----|
| | C | 1,00± 0,00 ^x | 1,28± 0,46 ^x | 1,88± 0,72 ^w | 3,22± 0,88 ^v | 3,50± 0,51 ^v | *** |
| AD | | | | | | | |
| | AM | 1,00± 0,00 ^x | 1,22± 0,43 ^{wx} | 1,61± 0,61 ^w | 2,39± 0,69 ^v | 2,83± 0,38 ^v | *** |
| Nivel de significación | | NS | NS | NS | ** | *** | |

Atributos: **OF:** Olor pescado fresco; **OA:** Olor Ácido; **OR:** Olor Rancio; **OAM:** Olor Amoníaco; **OP:** Olor pútrido; **CC:** Color carne; **BC:** Brillo;

A: Apariencia músculo; **E:** Elasticidad; **AD:** Adherencia.

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

vw: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

C: Control (Aerobiosis) ; AM: Atmósfera Modificada

| DORADA 2011 | | Día 0 | Día 4 | Día 7 | Día 11 | Día 14 | Nivel de significación |
|-------------|----|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| A | C | 5,78± 0,33 ^x | 5,26± 0,04 ^y | 7,12 ± 0,13 ^w | 8,34 ± 0,06 ^v | 8,24± 0,12 ^v | *** |
| | AM | 5,30± 0,05 ^{vw} | 4,97± 0,12 ^w | 4,91± 0,19 ^w | 4,76 ± 0,18 ^w | 4,98 ± 0,30 ^w | * |
| NS | | * | ** | *** | *** | *** | |
| PSI | C | 5,66± 0,32 ^x | 5,30± 0,08 ^x | 6,78± 0,09 ^w | 8,57 ± 0,15 ^v | 8,34 ± 0,26 ^v | *** |
| | AM | 4,97± 0,05 ^{vw} | 4,46± 0,09 ^w | 3,87± 0,26 ^w | 4,38± 0,04 ^w | 4,10 ± 0,20 ^w | ** |
| NS | | ** | *** | *** | *** | *** | |
| AN | C | 4,30± 0,38 ^w | 4,37± 0,26 ^w | 6,18± 0,17 ^v | 5,43 ± 0,59 ^v | 5,97± 0,48 ^v | *** |
| | AM | 4,31± 0,11 | 3,91± 1,05 | 3,86± 0,34 | 3,61 ± 0,50 | 4,54± 0,36 | NS |
| NS | | NS | NS | *** | *** | ** | |
| EN | C | 5,55± 0,38 ^v | 2,60± 0,08 ^x | 3,04± 0,21 ^x | 4,39 ± 0,07 ^w | 4,11± 0,09 ^w | *** |
| | AM | 5,02± 0,08 ^v | 2,29± 0,13 ^w | 1,79± 0,39 ^w | 2,01 ± 0,38 ^w | 2,30± 0,07 ^w | *** |
| NS | | * | ** | *** | *** | *** | |
| CO | C | 5,42± 0,38 ^v | 2,54± 0,31 ^x | 2,99 ± 0,20 ^x | 4,34 ± 0,08 ^w | 4,08± 0,08 ^w | *** |
| | AM | 4,97± 0,08 ^v | 2,41± 0,21 ^w | 1,64± 0,59 ^w | 1,70± 0,65 ^w | 2,23± 0,03 ^w | *** |
| NS | | NS | NS | ** | *** | *** | |
| PSE | C | 5,17± 0,24 ^x | 3,64± 0,24 ^y | 4,81± 0,17 ^x | 5,74 ± 0,06 ^w | 7,94 ± 0,20 ^v | *** |
| | AM | 4,85± 0,04 ^v | 2,17± 0,38 ^w | 2,70± 0,23 ^{vw} | 2,96± 0,26 ^{vw} | 3,28± 0,77 ^{vw} | * |
| NS | | * | *** | *** | *** | *** | |

Aerobios Mesófilos (**A**), Psicotróficos (**PSI**), Anaerobios (**AN**), Enterobacterias (**EN**), Coliformes (**CO**), Pseudomonas (**PSE**)

C: Control (Aerobiosis) V: Vacío AM: Atmósfera Modificada

Medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes para P<0,05; P<0,01 y P<0,001

vwxyz: efecto del tiempo de almacenamiento / NS: No Significativo

EXPERIENCIA REALIZADA EN CANARIAS

En general, las diferencias apenas fueron significativas para el factor dieta, estando mayoritariamente asignadas al tipo de conservación y al tiempo de almacenamiento. Así, los filetes almacenados en atmósfera modificada tuvieron valores de pH más bajos, aunque las pendientes de evolución a lo largo del tiempo fueron similares. Otro parámetro importante a destacar es la luminosidad. Mientras que para los filetes envasados en aire no hubo efecto del muestreo, del tiempo de conservación, para los envasados en la atmósfera modificada los valores fueron creciendo ligeramente a medida que pasó el tiempo. Sin duda lo más trascendente fue el grado de oxidación lipídica. Hubo un claro efecto del tipo de envasado así como una lógica interacción entre dicho envasado y el tiempo de conservación. Los filetes en atmósfera modificada apenas variaron su grado de oxidación mientras que los envasados en aire lo incrementaron de manera notable. Reseñar que este incremento fue más acusado en los filetes de la dieta 3, hecho motivado por el consumo de un nivel superior de aceite de pescado y por ello más ácidos grasos susceptibles a la oxidación.

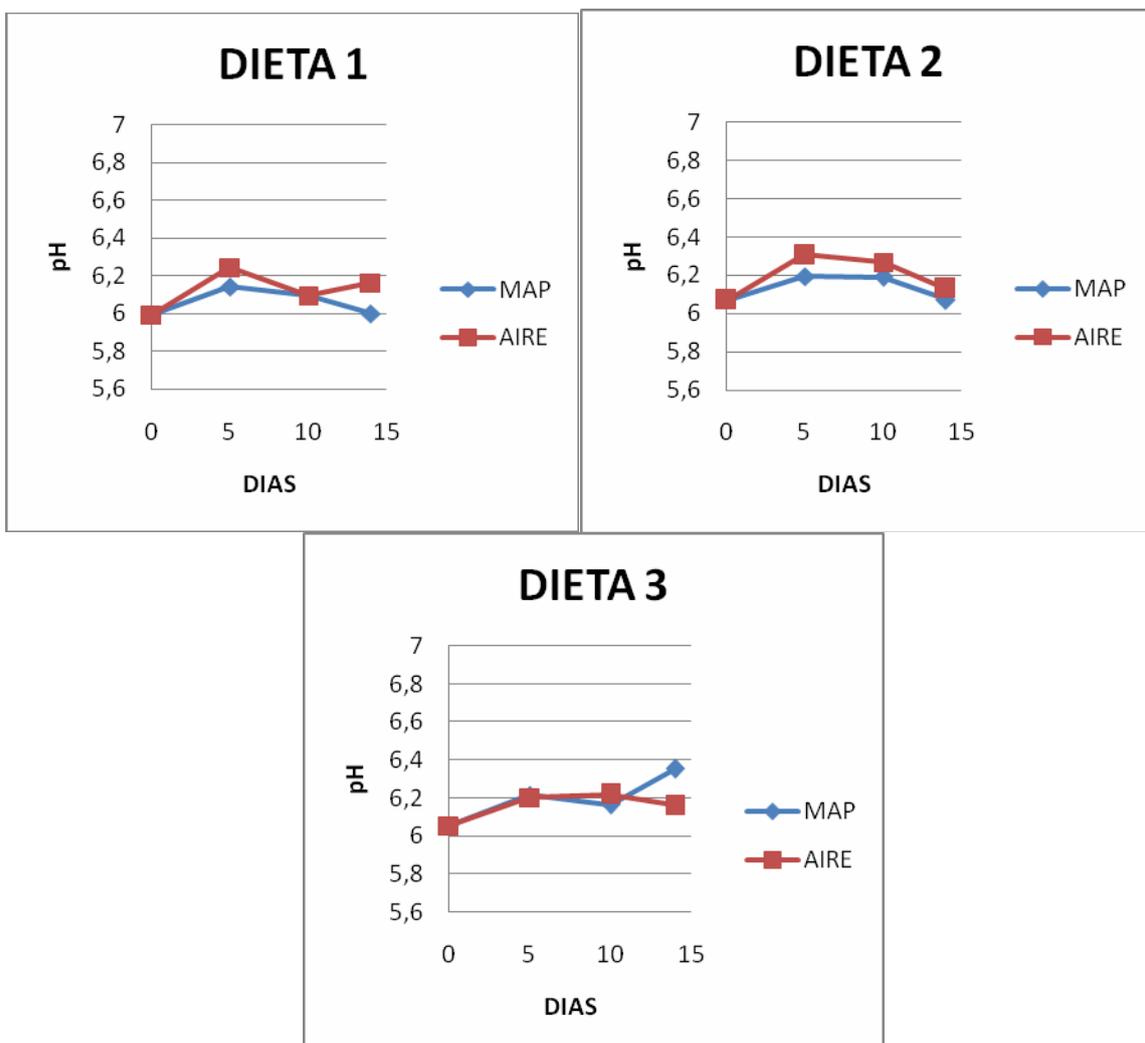


Figura 142. Evolución de los valores de pH de los filetes de lubina, a lo largo del periodo de almacenamiento.

Los valores iniciales de pH de los filetes de lubina fueron de 5,99 para la dieta 1; 6,07 para la dieta 2 y 6,05 para la dieta 3. Durante el periodo de almacenamiento, todos los lotes se mantuvieron bastante constantes con valores del aire mayores que los de las atmosferas modificadas, alcanzando para el ultimo día un valor de 6,16 para la dieta 1; 6,13 para la dieta 2 y 6,16 para la dieta 3 (Figura 142). El descenso en el pH contribuiría a una mejor conservación del producto, aunque hay que destacar que los valores de pH de todas las muestras, se encuentran dentro de los valores óptimos de crecimiento microbiano, causa principal del deterioro del pescado. Hay diferencias significativas entre el aire y las atmosferas modificadas y entre las dietas.

En cuanto al porcentaje de mermas, los resultados obtenidos (Figura 143), muestran que las mayores pérdidas aparecen en el lote envasado en aire, apareciendo valores que van desde un 3,62 %, hasta un 8,78 % (ultimo día de estudio) para la dieta 1; un 3,23 hasta un 13,06 para la dieta 2 y un 3,55 hasta un 10 para la dieta 3, mientras que los valores para las muestras envasadas en atmosferas modificadas, oscilan entre 2,6% a día inicial y un 5% el ultimo día de estudio para la dieta 1, 1,3% y 5,1% para la dieta 2 y 2,1% y 5,1% para la dieta 3.

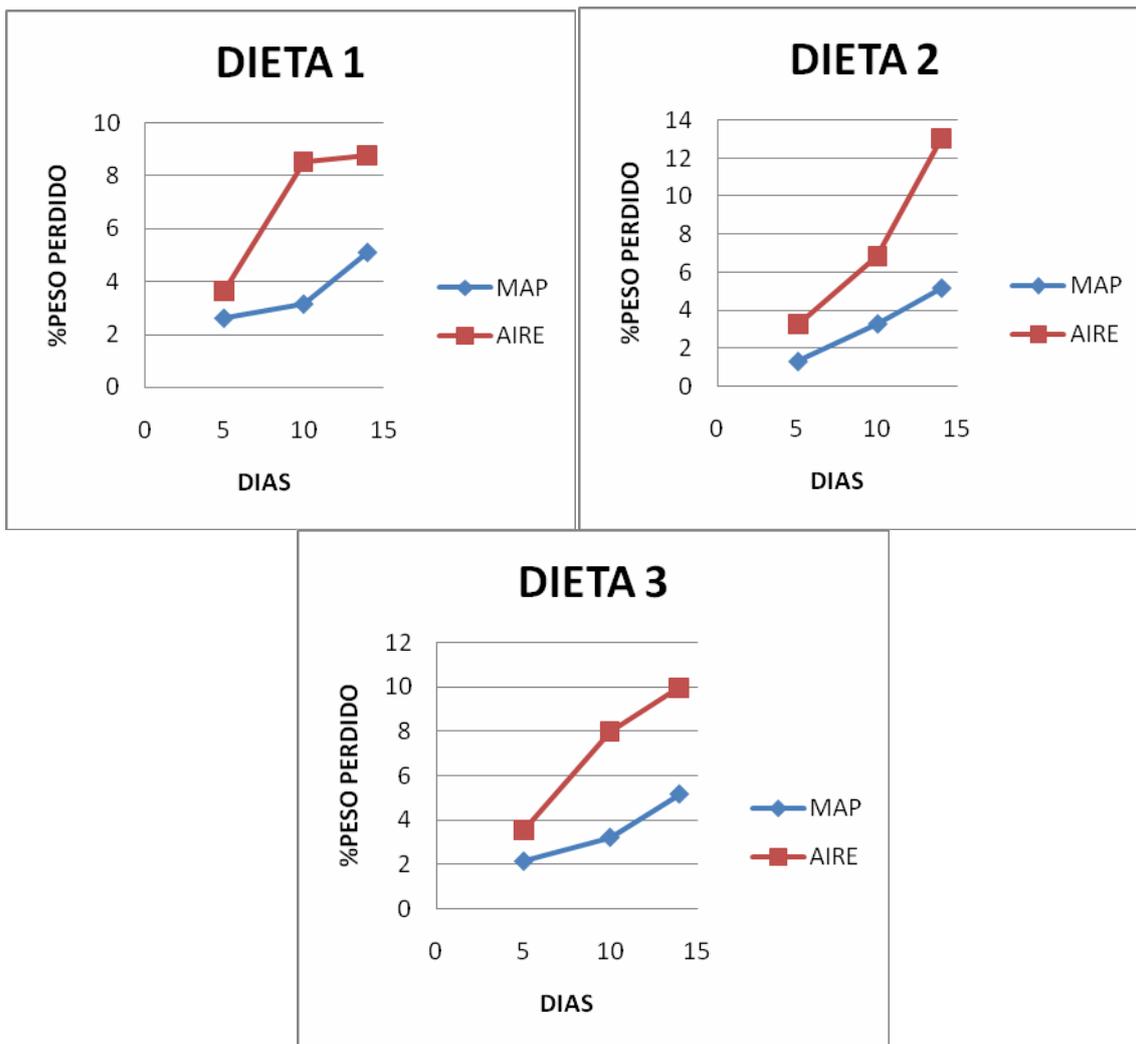


Figura 143. Evolución de la merma (expresada como % de peso perdido) de los filetes de lubina, envasados bajo diferentes condiciones.

En estos resultados se observa que la merma va aumentando conforme avanza el tiempo, hasta que alcanza un máximo, probablemente debido a que en el musculo, se ha perdido la mayor parte de agua ligada de tipo III (menos ligada a la estructura celular) y quedan otras fracciones (tipo II y I) que son mucho más difíciles de extraer del musculo.

Esta pérdida de peso comporta la aparición de líquido en los envases que puede tener efectos negativos sobre la textura de las lubinas ya que puede favorecer su ablandamiento y puede ser un medio adecuado para el crecimiento microbiológico. Igualmente se han detectado diferencias significativas entre el aire y el atmosferas modificadas pero no entre las dietas.

La concentración de gases del espacio de cabeza sufre una evolución a lo largo del tiempo y genera un microambiente determinado en el interior del envase. Dichas variaciones se deben a la interacción de gases de atmosfera modificada con la muestra, al crecimiento microbiano, y relacionado también con la permeabilidad de los gases del envasado.

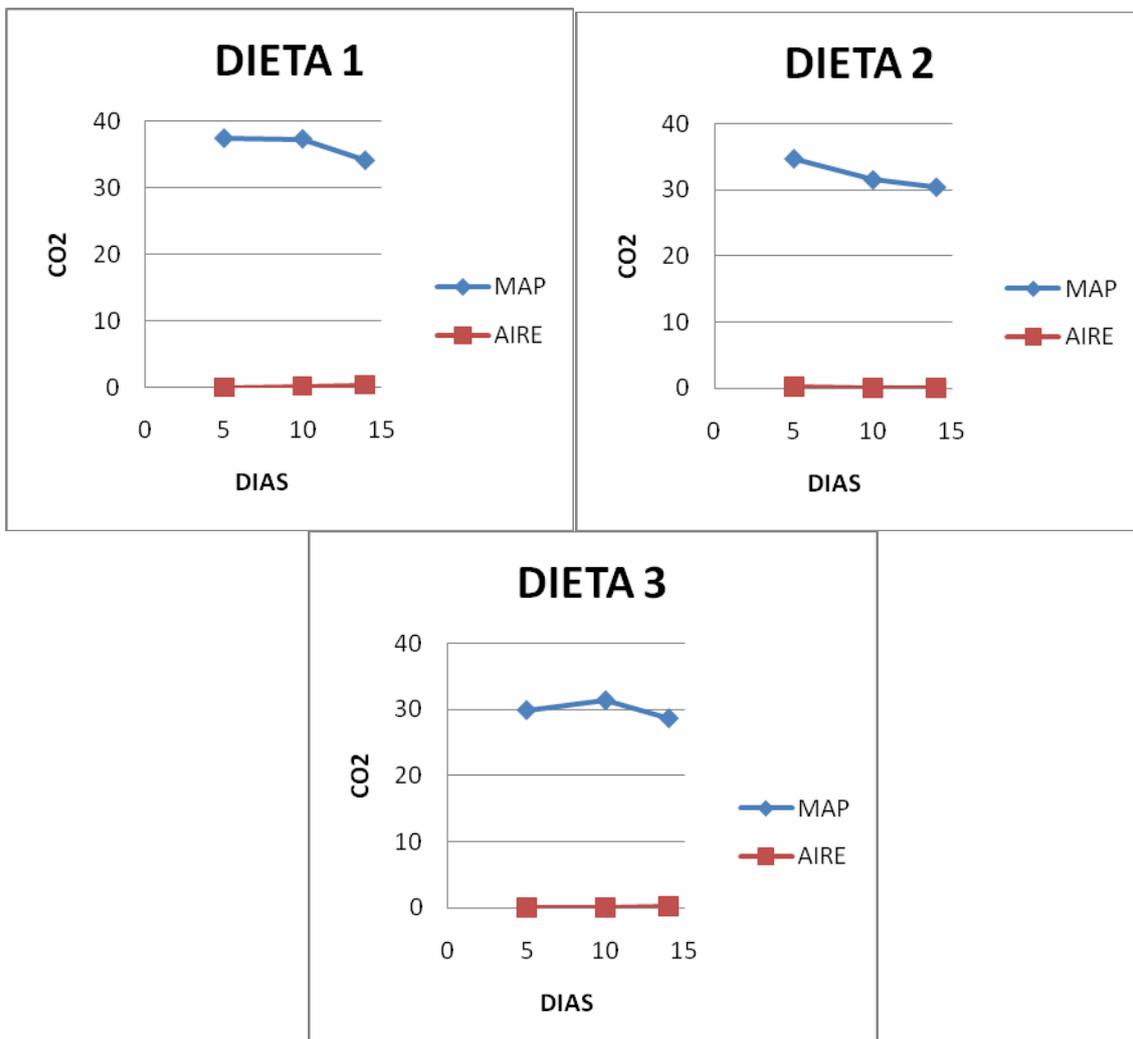


Figura 144. Evolución de la concentración de CO₂ a lo largo del periodo de almacenamiento.

Probablemente, el motivo de la disminución de las concentraciones de CO₂ a lo largo del tiempo se debe a la solubilización de este compuesto en la fracción líquida del músculo, pero es de destacar que las variaciones de dichas concentraciones a lo largo del tiempo fueron pequeñas (Figura 144). Las mayores pérdidas de CO₂ al final de tiempo de almacenamiento (14 días) se observaron en la atmósfera modificada (expresado como porcentaje de la concentración inicial de gas), fueron un 14,75% para la dieta 1, 23,75% para la dieta 2 y 22,12% para la dieta 3.

La concentración de O₂, también sigue un comportamiento normal a lo largo del tiempo (Figura 145). Las concentraciones de O₂ en los filetes envasados en el aire disminuyeron menos del 1,0% a partir de una concentración inicial de 20,3%. La concentración fluctuó muy poco para el resto del estudio, que finalizó el día 14. La concentración de CO₂ de los mismos paquetes se incrementó de 1% a 4,3% en al final del almacenamiento. Los cambios en la composición de los gases del espacio de cabeza fueron probablemente un resultado directo de la post-mortem metabólica y procesos microbianos.

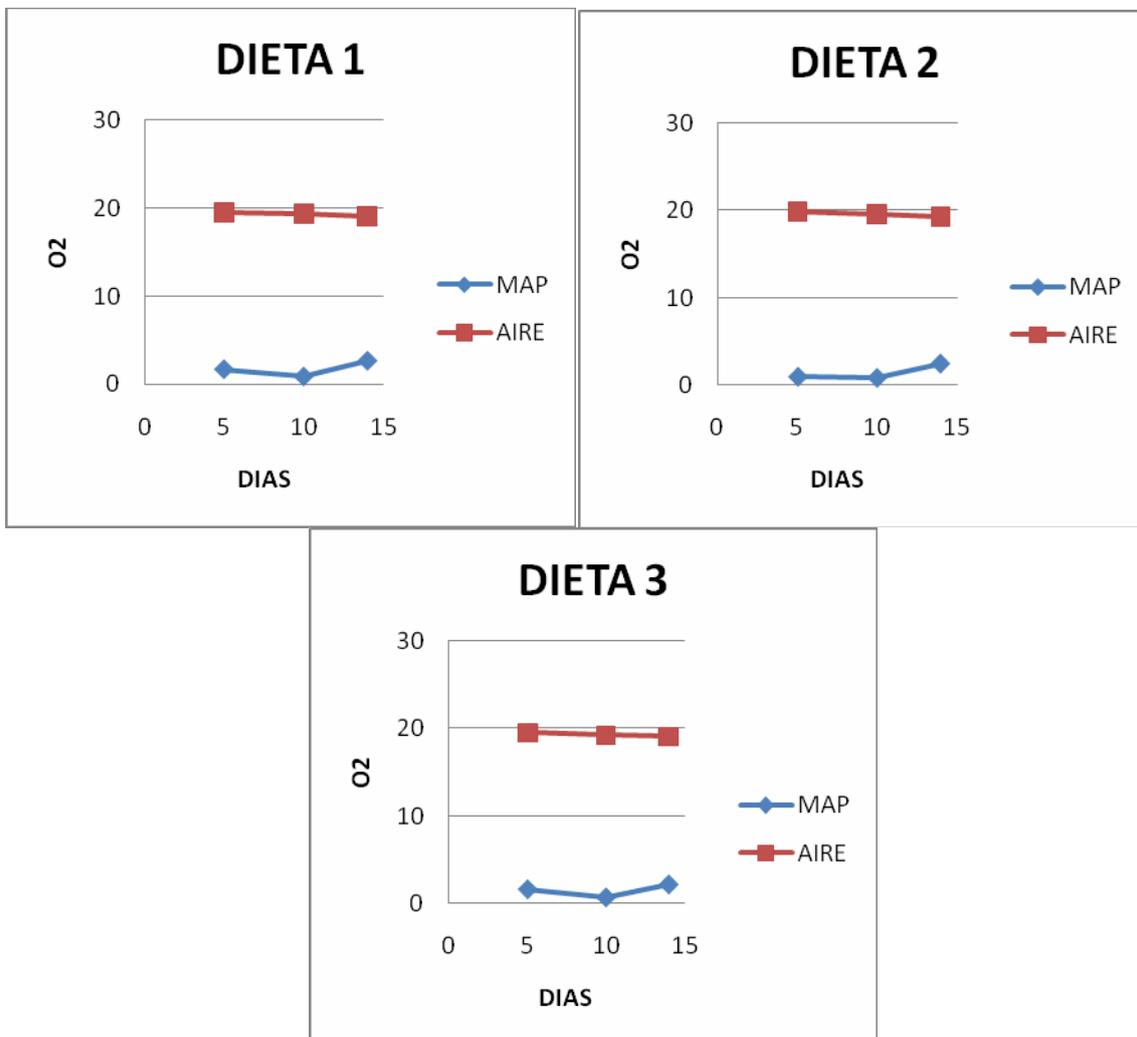


Figura 145. Evolución de la concentración de O₂ a lo largo del periodo de almacenamiento.

Los valores iniciales de luminosidad L, fueron 41,59 para la dieta 1; 41,41 para la dieta 2 y 40,92 para la dieta 3. A lo largo del tiempo, los valores de luminosidad de todos los lotes se mantuvieron bastante constantes dentro de cada tratamiento. Los valores de L del aire fueron menores que los de las atmosferas modificadas, alcanzando para el ultimo día de aceptación del lote, un valor de 42,21 para la dieta 1; 43,69 para la dieta 2 y 42,30 para la dieta 3 (Figura 146). Esto podría ser debido a un efecto de superficie adhesiva de color causado por el almacenamiento en atmósfera modificada.

Entre las tres dietas, aparecieron pequeñas diferencias que establecieron que en general, la dieta 2 presenta una mayor luminosidad que las otras dos. Estas diferencias podrían ser atribuidas a los distintos valores de humedad, valores mayores de humedad implicarían valores más altos del parámetro L.

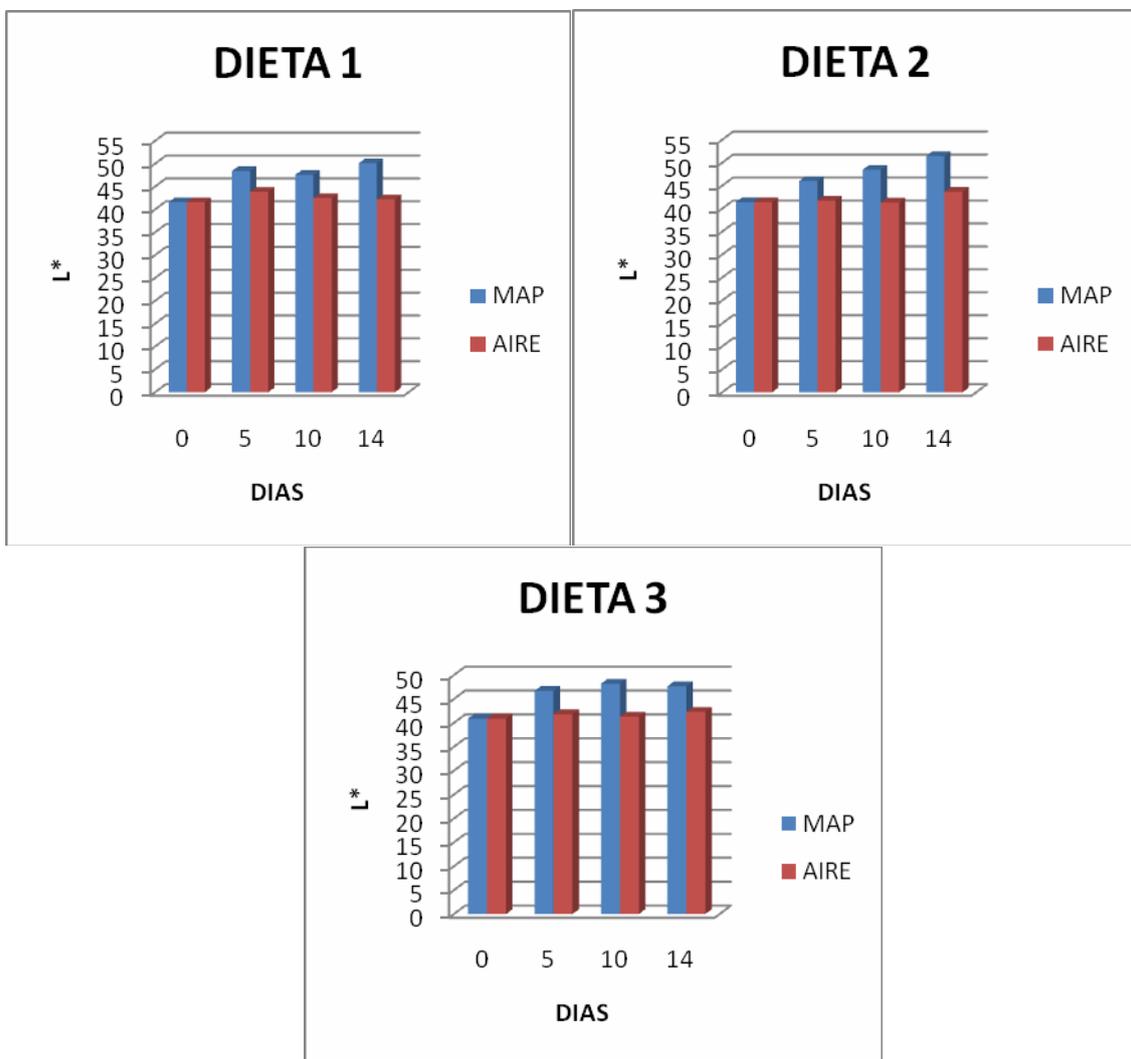


Figura 146. Evolución del valor L (luminosidad) a lo largo de tiempo.

Los valores de a^* , presentan mayores diferencias tanto entre tratamientos, como dentro de cada dieta a lo largo del tiempo (los valores son menos constantes) (Figura 147) pero estadísticamente no son significativas, salvo para el día 4 que

establece diferencias entre el aire (con mayor índice de rojo) y el atmosferas modificadas.

Respecto a b^* , ocurre lo mismo que en el caso de a^* , los valores presentan mayores oscilaciones entre tratamientos y dentro de cada dieta, a lo largo del tiempo (Figura 148). En este caso, estadísticamente solo se establece una ligera tendencia, lo que indica que el envasado en atmosfera modificada presenta mayor índice de amarillo que el aire.

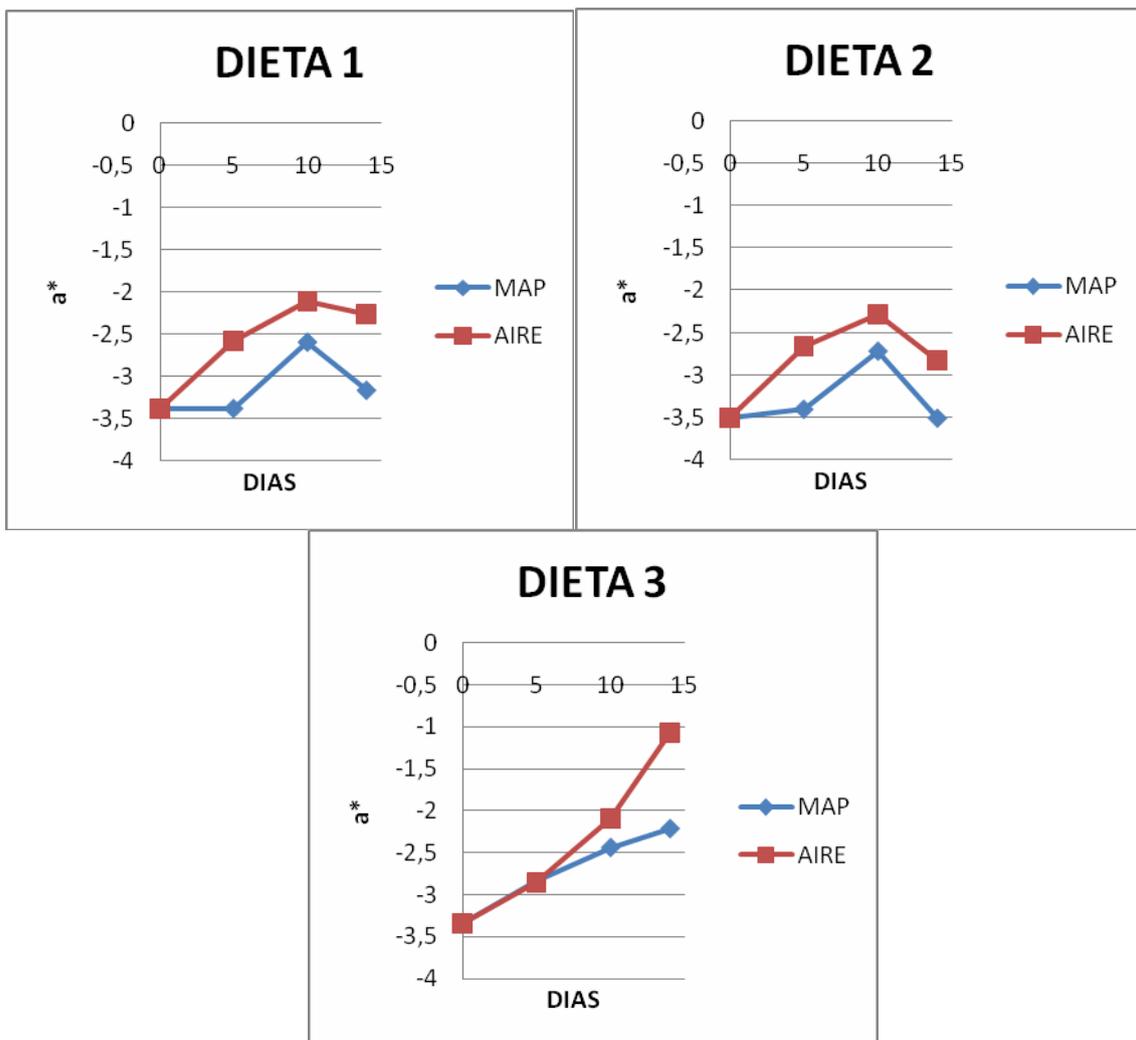


Figura 147. Evolución del valor a^* (índice de rojo) a lo largo de tiempo.

Los resultados obtenidos no nos permiten establecer una clara diferenciación entre lotes atendiendo a la evolución del color, ya que la mayoría de diferencias entre los valores observados se deben a variaciones individuales de cada filete, dada la poca homogeneidad de la coloración de los mismos.

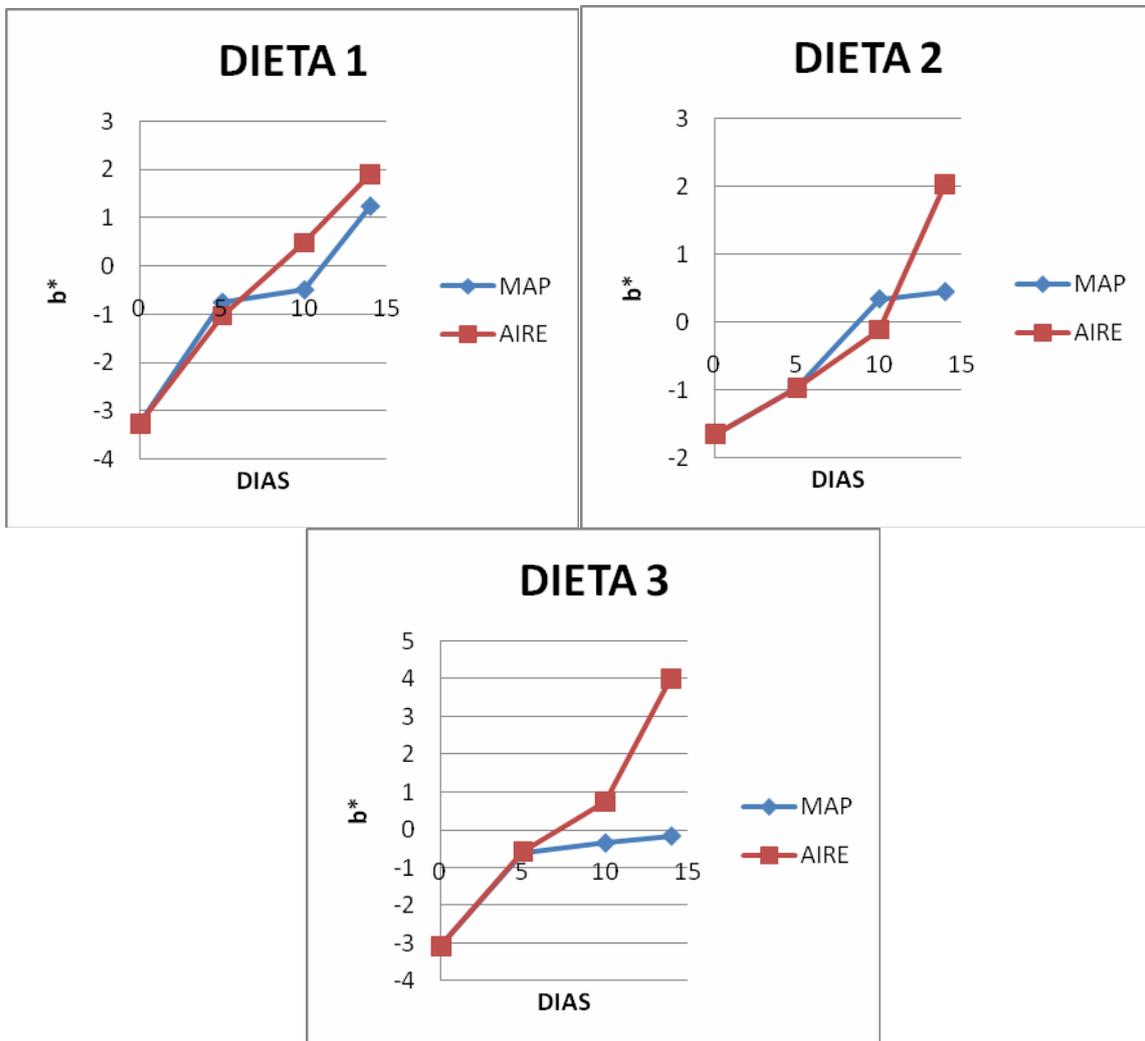


Figura 148. Evolución del valor b^* (índice de amarillo) a lo largo de tiempo.

Los resultados del análisis de bases volátiles totales de nitrógeno (N-BVT) en filete de lubina durante 14 días de almacenamiento muestran un incremento a lo largo del periodo de almacenamiento, los valores iniciales fueron 7,03 para la dieta 1; 11,37 para la dieta 2 y 5,72 para la dieta 3, siendo los valores de buena calidad. Los valores de atmosferas modificadas fueron mayores que los del aire en último día de almacenamiento 23,96 para la dieta 1; 24,5 para la dieta 2 y 13,67 para la dieta 3. Tras analizar los resultados, observamos que no existen diferencias significativas entre el aire y las atmosferas modificadas, pero entre las dietas existen diferencias significativas.

Considerando que la concentración de N-BVT en pescado recién capturado oscila entre los 5 y los 20 mg/100 g, y que niveles de 25 mg/100 g son generalmente considerados como el límite de aceptación para pescado almacenado en hielo,

todas las muestras analizadas se encontraban por debajo de este límite, y por tanto aptas para su consumo.

El índice de peróxidos inicial (meq peróxido/kg de pescado) en los filetes de lubina analizados varió entre 6,31 para la dieta 1, 6,27 para la dieta 2 y 7,61 para la dieta 3. No se observaron diferencias significativas durante los primeros 5 días de almacenamiento entre todas las muestras. Sin embargo, al final del período de almacenamiento, se observaron diferencias significativas en los valores de índice peróxidos entre las muestras de cada dieta las cuales mostraron valores bajos de 11,20 para la dieta 1, 14,95 para la dieta 2 y 13,13 para la dieta 3 (Figura 149). El tiempo tuvo un efecto significativo sobre el índice peróxidos de cada tratamiento, sin embargo, los valores de índice de peróxidos en todas las muestras estuvieron entre el nivel aceptable propuesto de 10-20 meq peróxido/kg de grasa de pescado (FAO, 1995).

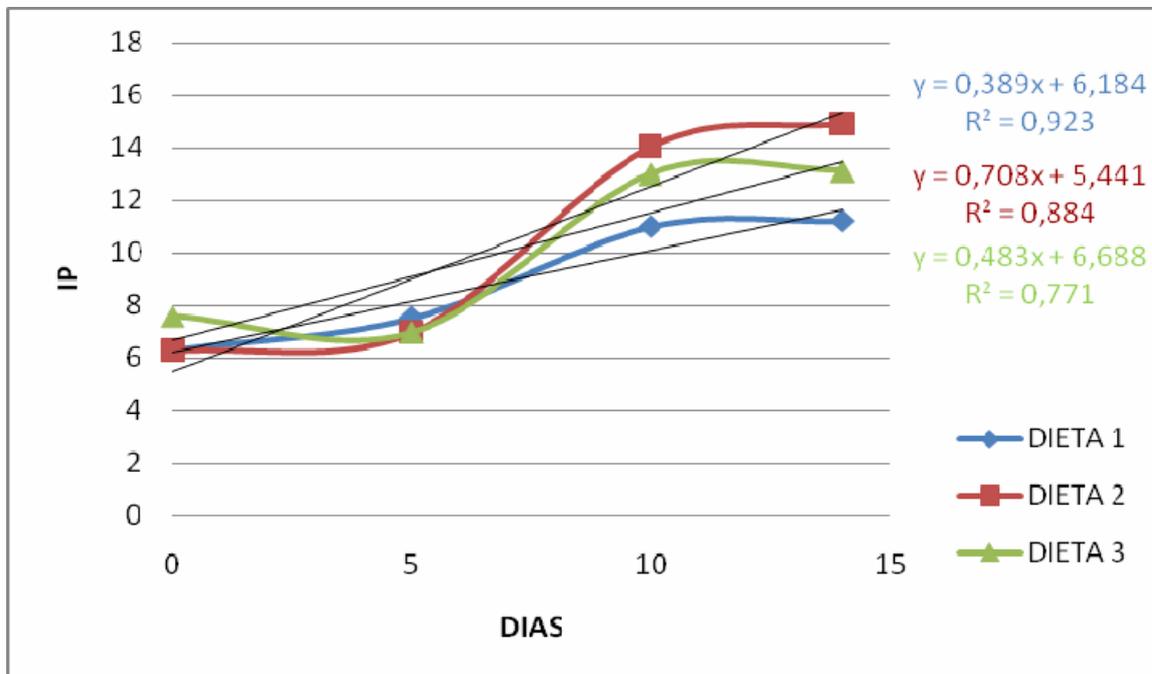


Figura 149. Evaluación los valores de índice de peróxidos durante el periodo de almacenamiento.

Los resultados obtenidos para los TBARs (Figura 150) muestran unos valores bajos en general para todos los tratamientos a lo largo de todo el periodo de almacenamiento, siendo el mayor valor alcanzado el del tratamiento con aire de dieta 3 con 1,13 mg de MDA/kg el último día de almacenamiento, valor aceptable en el pescado. Como cabía esperar, los valores más elevados aparecieron en los lotes envasados en aire debido a la presencia de O₂, elemento imprescindible en la reacción de oxidación, mientras que en el resto de lotes envasados en atmosferas modificadas los valores fueron menores sin grandes diferencias entre ellos.

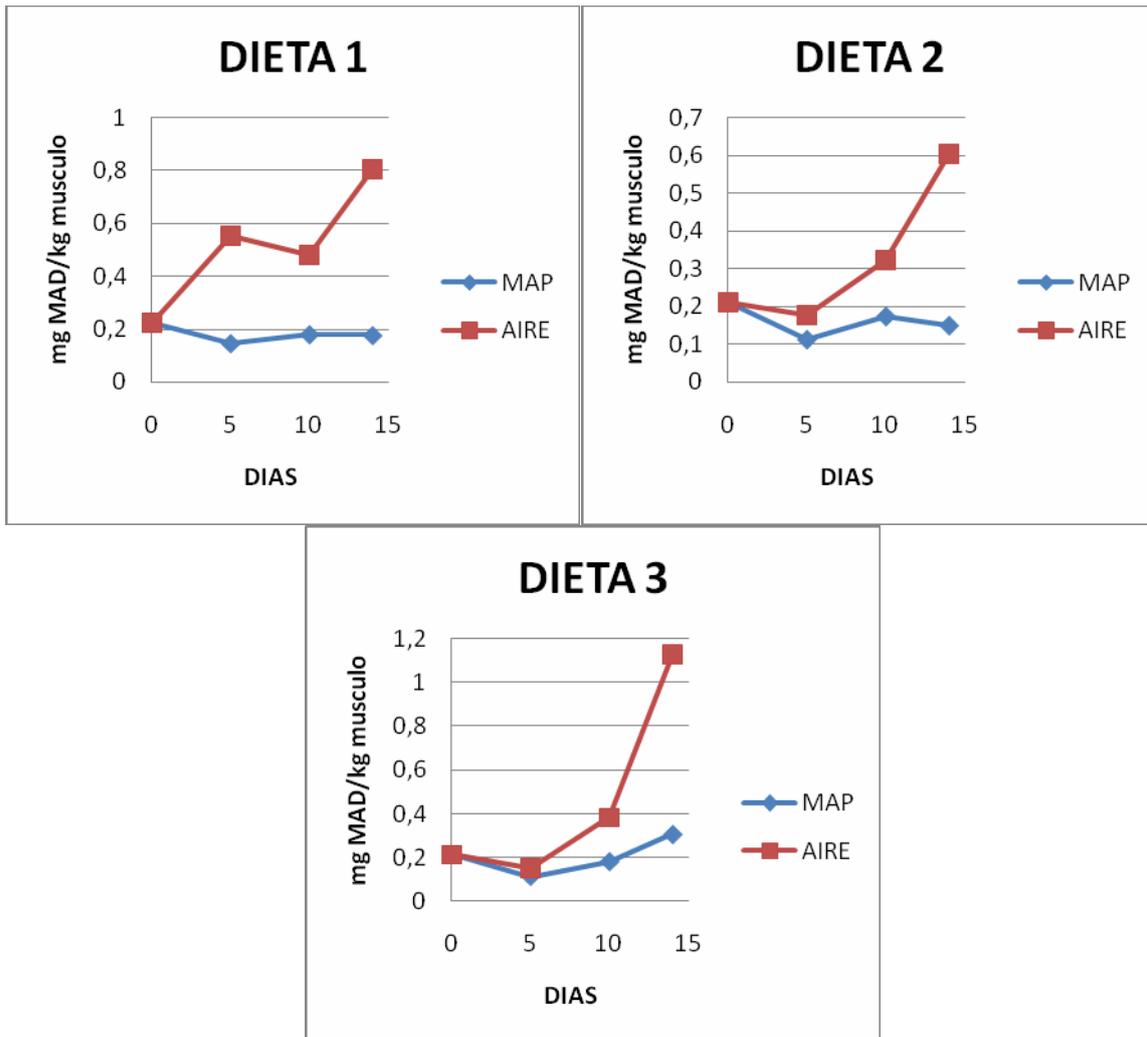


Figura 150. Evolución de la oxidación lipídica expresada como mg malonaldehído por kg de músculo a lo largo del tiempo.

La calidad microbiológica inicial del pescado utilizado en este estudio fue buena, como lo indica un bajo contenido inicial de bacterias (< 4 log₁₀ UFC/g) antes de que los filetes de lubina fueran sometidos a los distintos tratamientos. En las Figuras 4.13, 4.14, 4.15, se compara la evolución de las medias (log UFC/gr) de las poblaciones de los grupos microbianos estudiados en las dos condiciones de almacenamiento del filete de lubina, tras envasado en atmosfera modificada 40% CO₂/60% N₂ o en aire.

En el recuento de mesófilos, se observó que para el tratamiento atmósfera modificada, hasta el día 10 se obtuvieron valores menores a 6 ($\log 10^6$), que es el valor máximo aceptable por g de alimento (BOE num. 195. Del 15/08/91), para las dietas 1 y 2, mientras que para la dieta 3 el día 14 todavía se obtenían valores inferiores a dicho límite. En el caso del aire, al día 14 los recuentos ya no fueron aceptables, estableciendo así su límite de aceptación microbiológica el día 10 (Figura 151).

Cabe destacar que hasta el día 10, aparecen diferencias significativas entre envase en atmósfera modificada y el aire, pero no se encuentran diferencias entre las dietas.

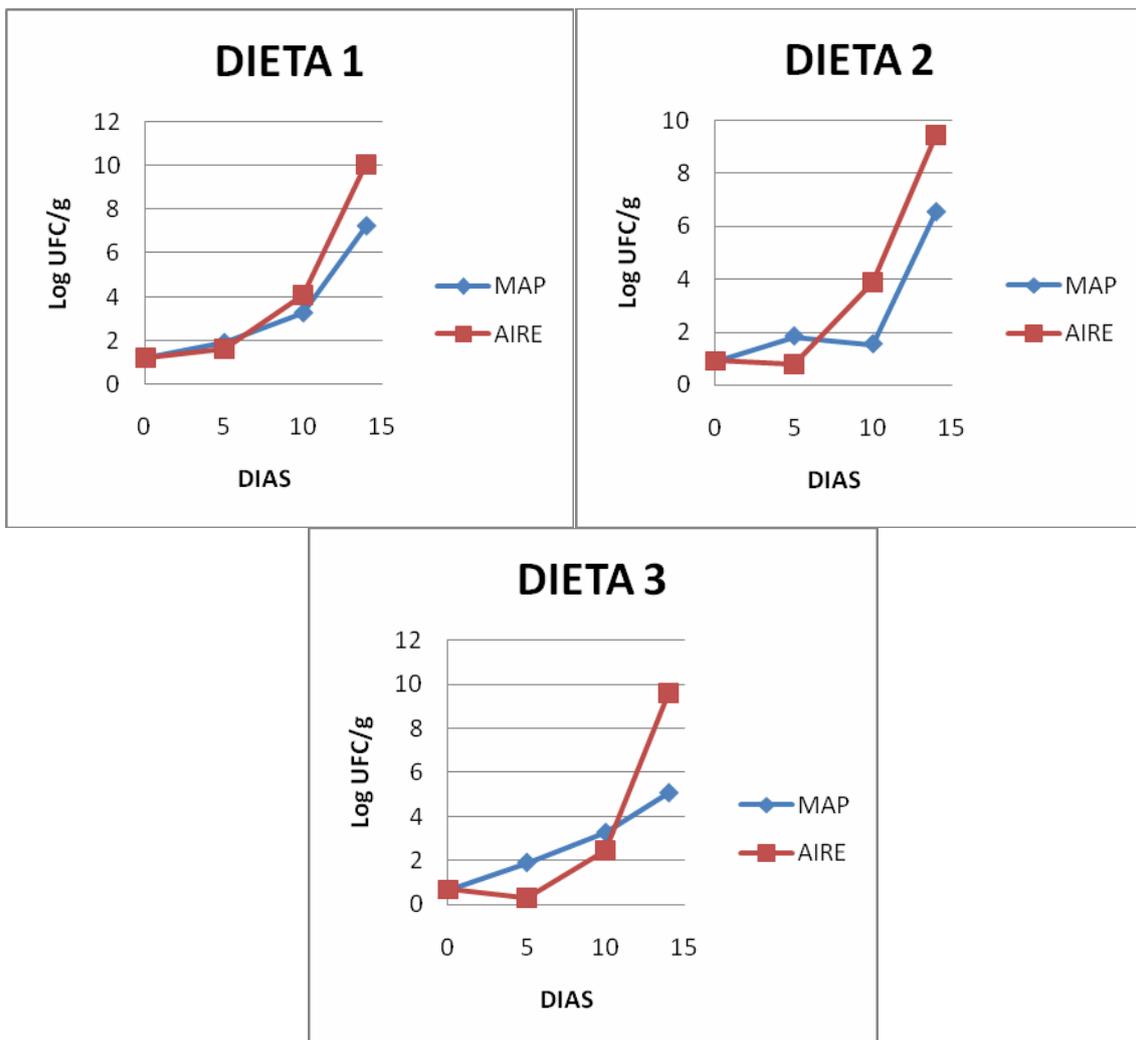


Figura 151. Evolución de la población de microorganismos mesófilos a lo largo del tiempo.

En el caso de los psicrotrofos, que son los principales contribuyentes del deterioro de los alimentos marinos a temperaturas de refrigeración, los resultados fueron similares, así pues, en atmósfera modificada, a partir del día 10 los recuentos fueron mayores de 6 (no aceptables) para la dieta 1 y 2, y para la dieta 3 no se obtuvieron dichos valores hasta el día 14. En este caso, las diferencias de las muestras envasadas en atmósferas modificadas con respecto al aire fueron más evidentes (Figura 152). Adicionalmente, el patrón de crecimiento de psicrotrofos mostró el mismo comportamiento que el de las mesófilos.

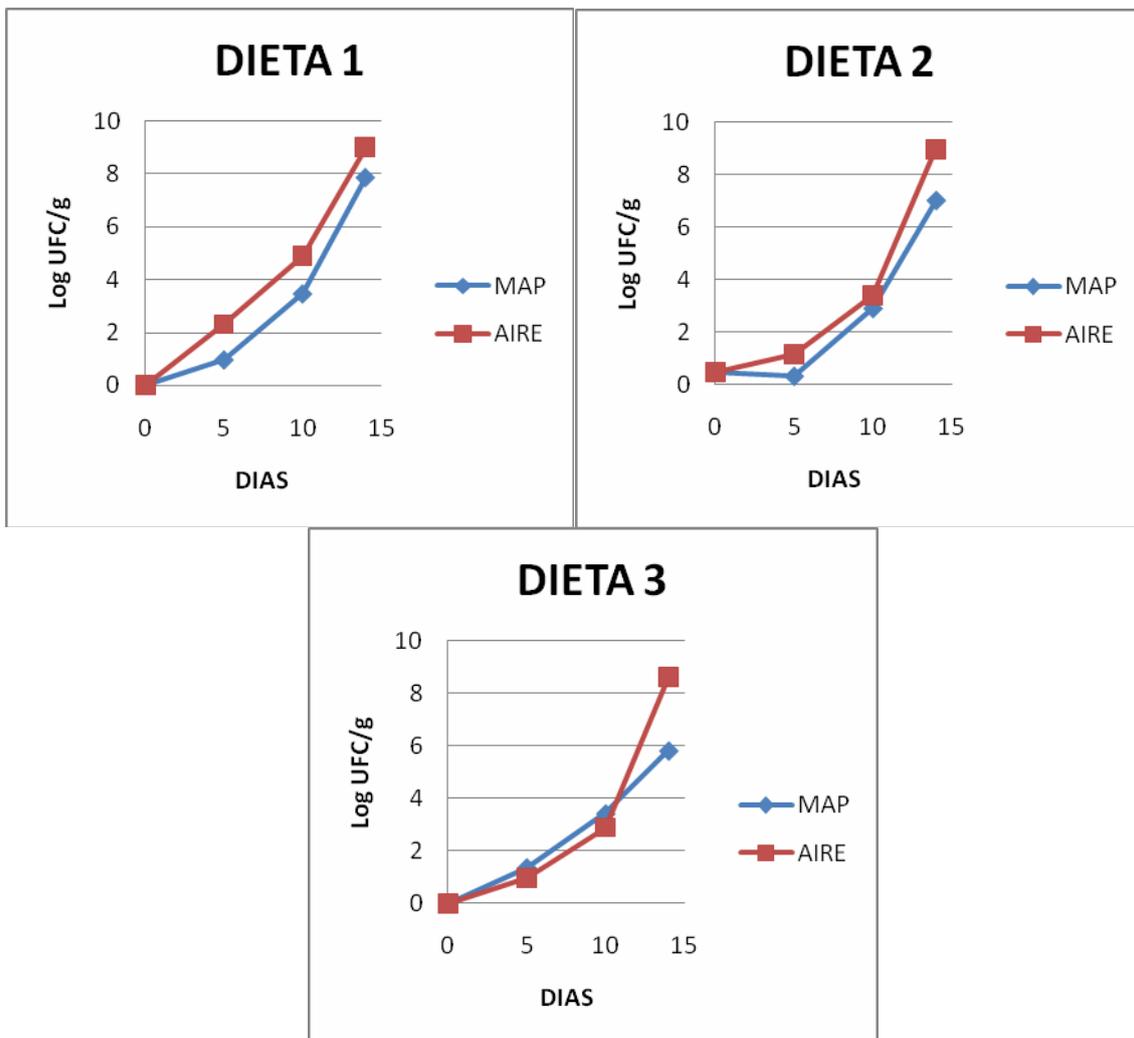


Figura 152. Evolución de la población de microorganismos psicrotrofos a lo largo del tiempo.

La población de Enterobacteriaceae fue ligeramente más baja que aquella obtenida para otras bacterias en este estudio. El recuento inicial para enterobacterias indica un buen estado de calidad para los filetes, valores menores a 3 ($\log 10^6$) que es el valor máximo aceptable por g de alimento. Durante el período de almacenamiento los dos tratamientos mostraron variaciones en los recuentos de enterobacterias, específicamente en el día 10 donde el tratamiento con aire sube en todos las dietas alcanzando al final de almacenamiento valores no aceptables pero en atmosfera modificada en todos las dietas son aceptables al

final de almacenamiento (Figura 153). En este caso no hay diferencias entre las muestras envasadas en atmósferas modificadas con respecto al aire.

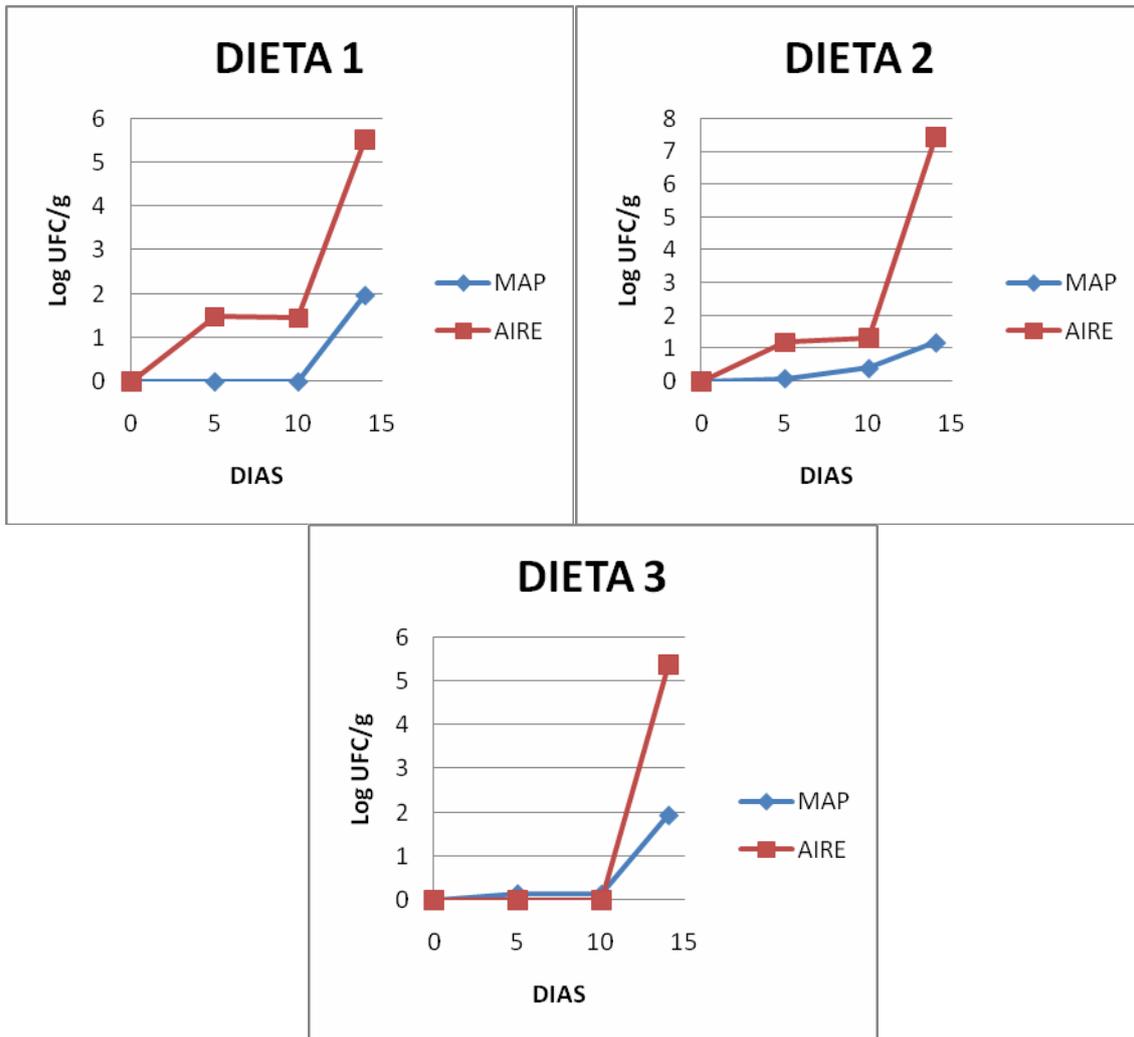


Figura 153. Evolución de la población de microorganismos enterobacterias a lo largo del tiempo.

En las muestras de filete de lubinas no se detectaron ni salmonella ni listeria.

Las muestras envasadas en atmósfera modificada con mayor porcentaje de CO₂ tenían menores recuentos microbiológicos y, en consecuencia, una vida útil más larga. Se pone de manifiesto el poder antimicrobiano del CO₂, y su efecto inhibitorio sobre numerosos microorganismos Gram-negativos por lo que existe correspondencia entre la concentración de dicho gas en el envase y la evolución de la flora microbiana de las muestras.

Según el análisis sensorial, con el incremento del periodo de almacenamiento disminuyó la vida útil de los filetes de lubinas. En las figuras 4.16, 4.17 y 4.18 se muestran los resultados obtenidos para el pescado crudo y cocinado. Los valores obtenidos son una media de los cinco catadores para las dos muestras evaluadas por cada tratamiento.

El análisis de los filetes en crudo muestra que, para el color, solo aparecen diferencias significativas en el día 14, estableciendo que el lote de atmósfera modificada es el que mayor decoloración muestra, seguido del aire en las 3 dietas (Figura 154). Como ya se comentó en el apartado de la evaluación del color por medida instrumental, los resultados no son concluyentes, puesto que existe gran variabilidad individual entre las muestras y ello no permite relacionarlo directamente con el método de envasado.

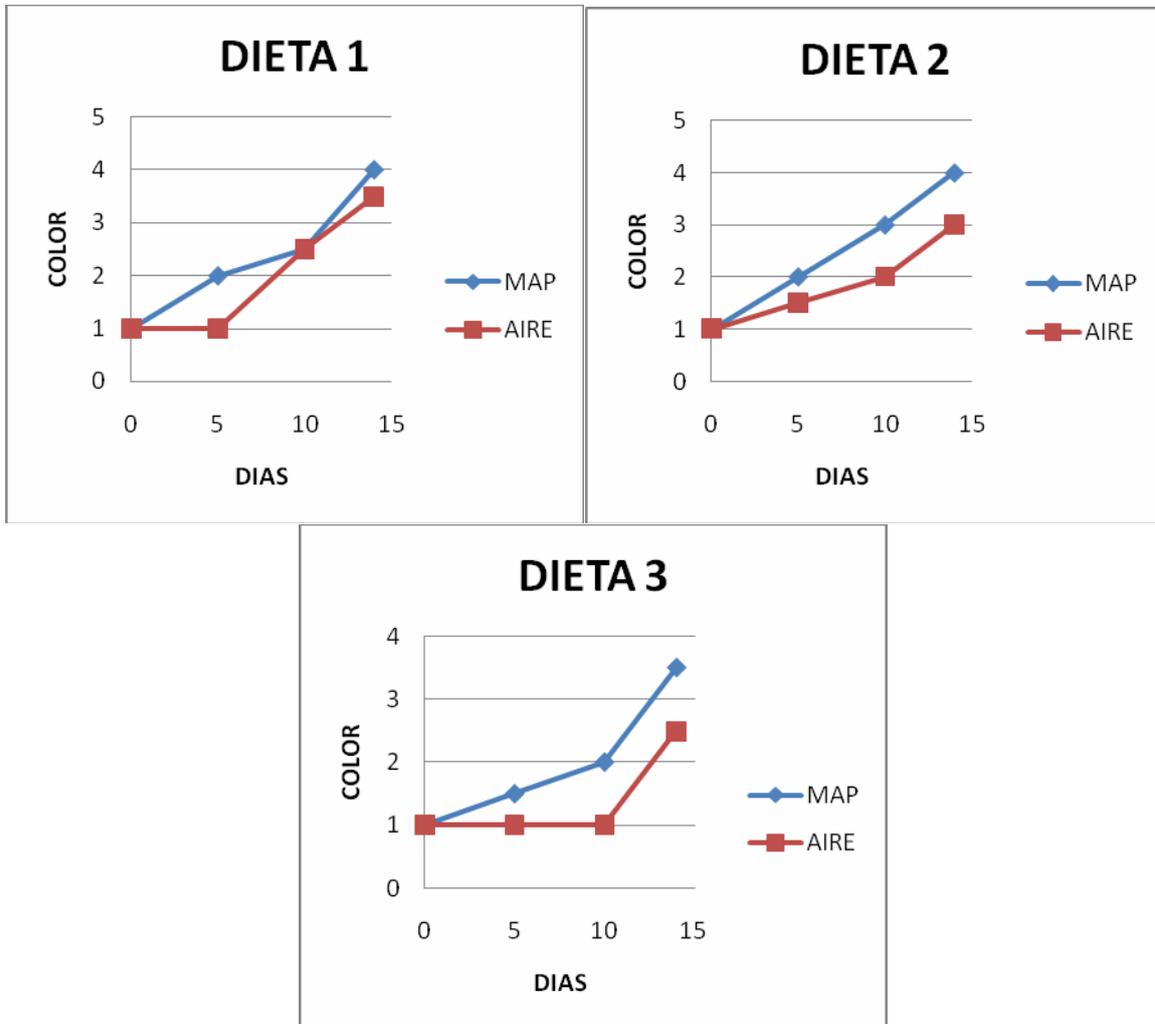


Figura 154. Evolución del color de los filetes de lubinas en crudo

Para el parámetro de olor, se han encontrado diferencias significativas en el día 10, y el lote de atmósfera modificada es el que mejor puntuación ha obtenido, seguido del lote de aire (Figura 155).

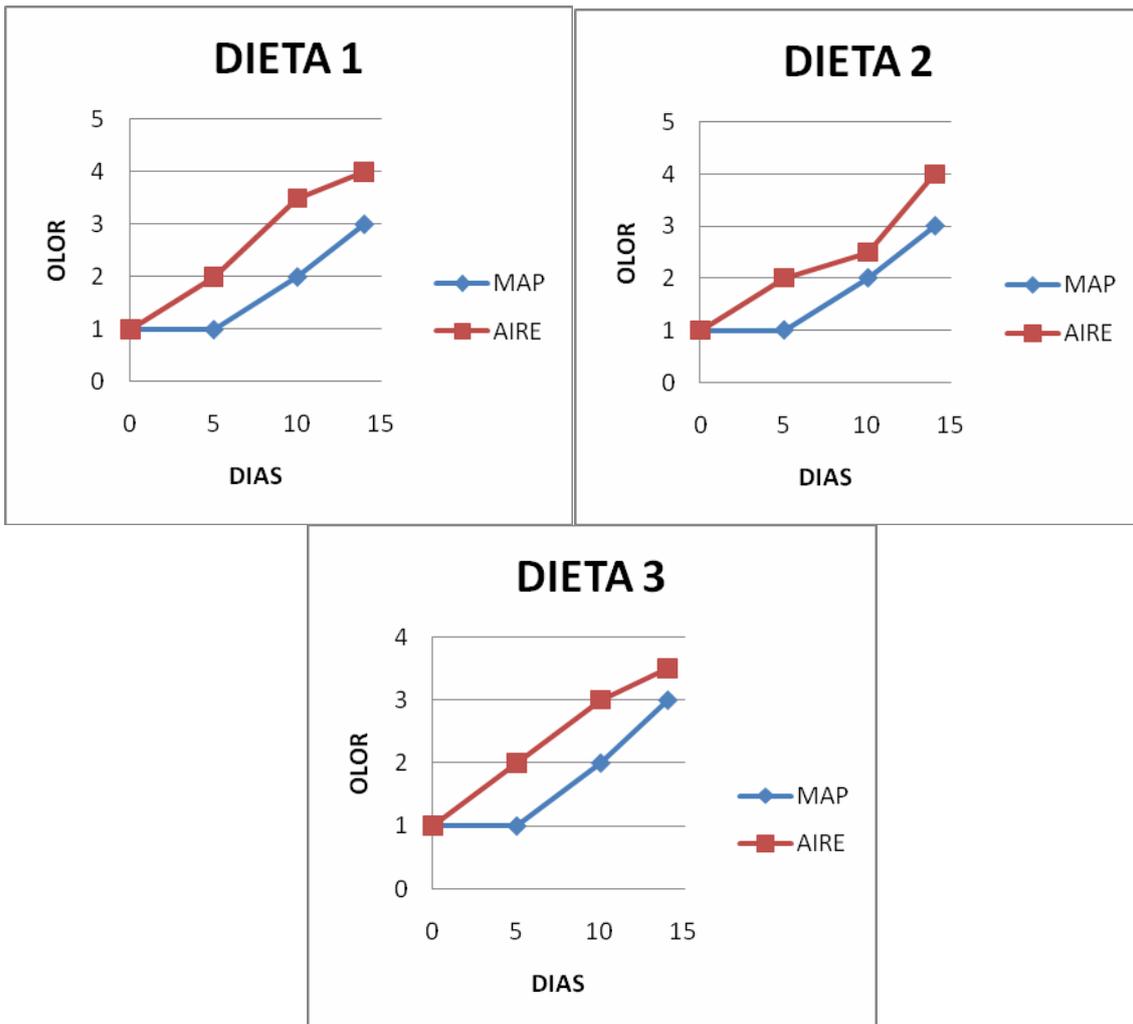


Figura 155. Evolución del olor de los filetes de lubinas en crudo

En los filetes cocinados, no existen diferencias entre los lotes para todos los parámetros evaluados excepto la firmeza. Así pues, en cuanto al aspecto y el olor característico de las muestras el aire recibe la peor puntuación, y la atmósfera modificada los valores más elevados. La evaluación de la jugosidad, el flavor característico y la apreciación global, muestra que la atmósfera modificada presenta los mejores valores seguido con las peores puntuaciones para el aire. Por último, como cabría esperar, en la evaluación del flavor indeseable, el aire obtuvo las mayores puntuaciones seguido la atmósfera modificada (Figura 156).

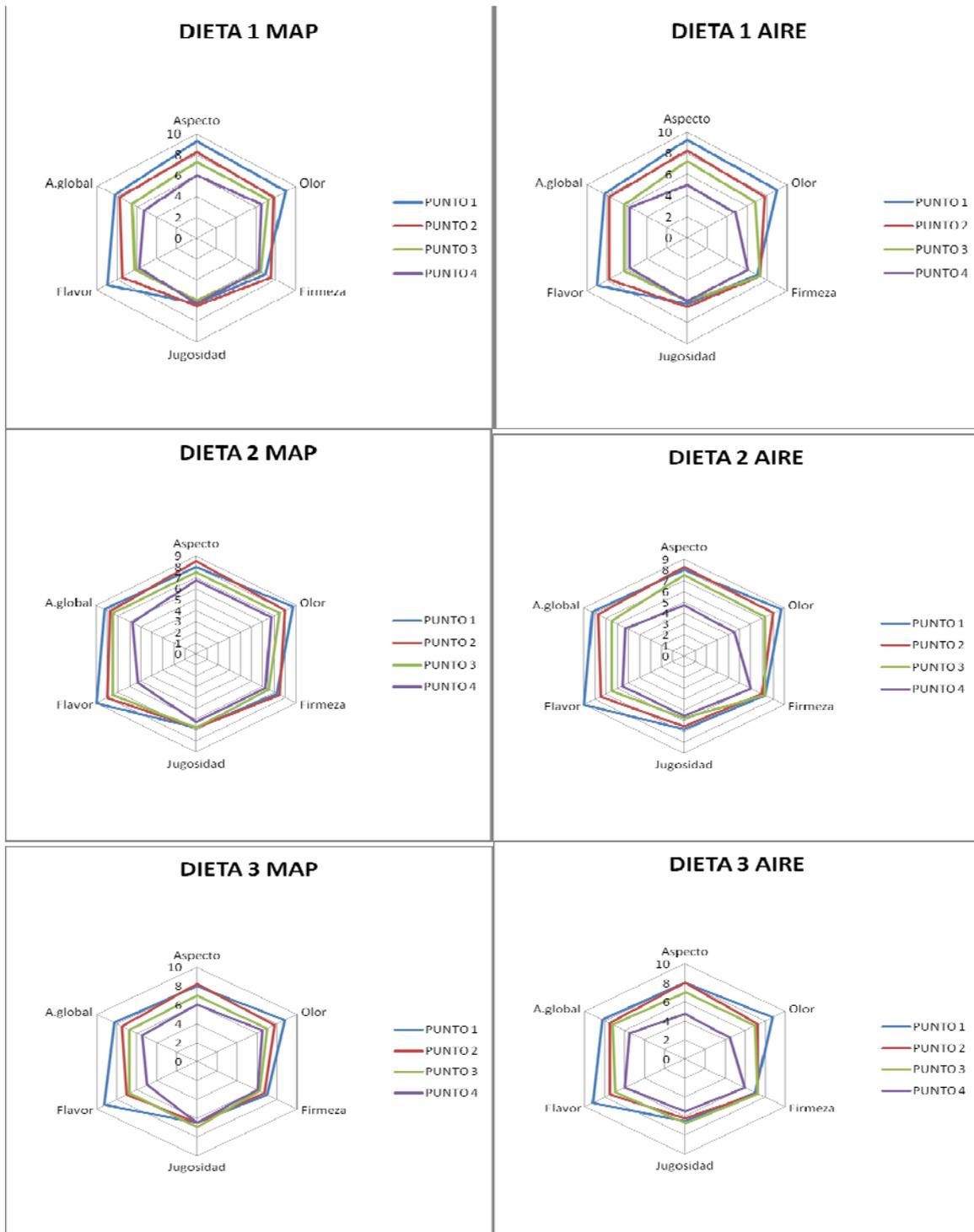


Figura 156. Atributos sensoriales para filetes cocinados de lubina a lo largo del tiempo de almacenamiento en las tres dietas.