

E.3.3.1. Fichas técnicas de los piensos con polisacáridos de macroalgas

Alternativa integral para la explotación de macroalgas en
la zona del Galicia y Portugal

ALGALUP

0558_ALGALUP_6_E

Agosto 2021

1. MACROALGAS EN ACUICULTURA (INTERÉS DE LOS POLISACÁRIDOS).....	3
2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS JUVENILES DE RODABALLO Y DE LUBINA (INTERÉS DE LOS POLISACÁRIDOS).....	6
3. INGREDIENTES DE LOS PIENSOS FORMULADOS	10
4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS PIENSOS FORMULADOS	18
5. FICHA TÉCNICA DE CADA PIENSO	23
6. BIBLIOGRAFÍA	34

1. MACROALGAS EN ACUICULTURA (INTERÉS DE LOS POLISACÁRIDOS)

A medida que la captura mundial de poblaciones naturales de peces ha alcanzado su punto máximo, la acuicultura ha crecido para satisfacer la demanda mundial de pescado.

La producción acuícola mundial alcanzó un nuevo récord histórico de 114,5 millones de toneladas de peso vivo en 2018, con un valor total de venta en la explotación de 263 600 millones de USD. Las previsiones estimadas para 2030, apuntan a que se alcancen los 109 millones de toneladas, un incremento del 32 % (26 millones de toneladas) respecto a 2018, según datos de la FAO, 2020.

Uno de los elementos para una futura alimentación sostenible, es reducir la presión sobre las poblaciones de peces salvajes. Sin embargo, la acuicultura puede aumentar la presión sobre las pequeñas especies de peces salvajes utilizadas como ingredientes alimenticios para peces de cultivo más grandes.

Por lo tanto, la búsqueda de ingredientes alternativos no derivados de las pesquerías es, actualmente, uno de los objetivos principales en el campo de la nutrición acuícola. (Vizcaíno, A.J., 2016).

En la actualidad, las macroalgas constituyen un potencial ingrediente alternativo para emplear en la alimentación de peces debido a que proporcionan los aminoácidos, polisacáridos, ácidos grasos, antioxidantes, vitaminas y minerales o polifenoles necesarios. Además, pueden mejorar el sistema inmunológico, tener propiedades antivirales, antimicrobianas, mejorar la función intestinal y la resistencia al estrés (Ismail, 2019).

También se ha demostrado que el impacto de la inclusión de algas marinas en los alimentos acuícolas depende de la especie de alga, de su nivel de inclusión (con mejores resultados con niveles de incorporación entre 5-10%) y de las especies de peces utilizadas en las experiencias de alimentación con algas (Pereira *et al.*, 2012).

Las macroalgas y los extractos de macroalgas son ricos en polisacáridos, como por ejemplo el ácido algínico, la laminarina o el fucoïdan. Todos ellos son compuestos prebióticos que juegan un papel muy importante en la alimentación acuícola, ya que tienen un efecto directo sobre la eficiencia de la asimilación de nutrientes por parte de los peces cultivados, afectando a su digestibilidad y mejorando el crecimiento de muchas especies de peces (Ismail, 2019).

Los polisacáridos de las macroalgas pueden mejorar la digestibilidad de los nutrientes, dando como resultado una utilización más eficiente de las proteínas y una mejora de la tasa mismo, las dietas de esturión suplementadas con carragenina (Gawlicka *et al.*, 1996), polisacáridos de *Gracilaria pygmaea* en la alimentación de trucha (Sotoudeh y

Mardani, 2018) o los extractos de algas (*Ulva lactuca*, *Eisenia* sp. y *Porphyra* sp en camarón (Omont *et al.*, 2019), pueden estimular la secreción de enzimas digestivas que dan como resultado una mejor utilización y digestión de nutrientes, seguida de una mejora condición de salud y crecimiento (Peixoto *et al.*, 2016).

Los polisacáridos también pueden mejorar el sistema inmunológico de los organismos en cultivo como el salmonete *Mugil cephalus* (Akbari y Aminikhoei, 2018), la carpa común *Cyprinus carpio* (Rajendran *et al.*, 2016) o la trucha (Safavi *et al.*, 2019), disminuyendo el riesgo de infecciones. Además, poseen diversos efectos beneficiosos como actividad inmunoestimulante y prebiótica, que los convierten en compuestos funcionales prometedores y en una buena alternativa a la utilización de antibióticos en acuicultura (Peso-Echarri *et al.*, 2012).

Existen numerosos ejemplos del efecto beneficioso de los polisacáridos de las macroalgas en peces (Castro *et al.*, 2006). Hay un β -glucano obtenido de *Laminaria* hiperborea que aumenta la actividad de los macrófagos de salmón del Atlántico (Dalmo y Seljelid, 1995). Los alginatos, abundantes en algas pardas, mejoran la migración y la actividad fagocítica de los macrófagos de la carpa *Cyprinus carpio* (Fujiki y Yano, 1997) y aumentan la actividad fagocítica, explosión respiratoria y expresión de citocinas en los leucocitos peritoneales de la trucha (Peddie *et al.*, 2002). Castro *et al.* (2004) demuestran que los extractos de varias macroalgas son potentes estimuladores de la explosión respiratoria de los leucocitos del rodaballo.

Los polisacáridos de las macroalgas también pueden modificar la resistencia de los peces a las enfermedades (Castro *et al.*, 2006). Así, un alginato obtenido de *Ascophyllum nodosum* ha demostrado mejorar la supervivencia del rodaballo juvenil en presencia de *Vibrio anguillarum* (Skjermo *et al.*, 1995). La carpa inyectada con un carragenano obtenido del alga roja *Chondrus ocellatus* es más resistente a *Edwardsiella ictaluri* y *Aeromonas hydrophila* que los peces control (Fujiki *et al.*, 1997).

La pared celular de las algas marinas es rica en polisacáridos, las algas pardas Phaeophyceae son ricas en fucoïdanos, las algas rojas Rhodophyceae en carragenanos y las algas verdes en Chlorophyceae en ulvans (Hindu *et al.*, 2018).

Los polisacáridos de las macroalgas son glucanos con varios tipos de enlaces glucosídicos de los tipos 1,3 y 1,6 β glucanos y 1,3 α glucanos, verdaderos heteroglicanos y complejos carbohidrato-proteína, polisacáridos sulfatados (fucoïdanos), aminoazúcares y polisacáridos, glicoproteínas, glicopéptidos y pectinas que constan de ellos (Zaporozhets *et al.*, 2014).

La aplicación de las macroalgas en alimentación acuícola tiene gran interés, reduciendo la dependencia de productos derivados de las pesquerías, como aceites y harinas de pescado, y mejorando el estado de condición y la calidad del pescado cultivado.

En la zona de Galicia y el norte de Portugal existe una gran diversidad y abundancia de especies de macroalgas marinas con más de 600 especies. Entre ellas abundan especies

como *Codium* y *Osmundea* (Tasende y Peteiro, 2015), que son recolectadas principalmente para consumo humano con etiquetado de producto ecológico.

El proyecto ALGALUP (Alternativa integral para la explotación de macroalgas en la zona del Galicia y Portugal), está financiado dentro de la convocatoria POCTEP con fondos FEDER y evalúa, entre otros, el efecto de la inclusión de macroalgas y extractos de macroalgas ricos en polisacáridos en la dieta sobre el crecimiento, la fisiología digestiva y parámetros inmunológicos en juveniles de rodaballo y lubina.

El proyecto pretende contribuir al desarrollo del sector de macroalgas y fomentar la explotación sostenible del mismo en el área de Galicia y Portugal, mediante la implementación de tecnologías pioneras en el cultivo de varias especies, la búsqueda de bioactivos de interés para la salud y la alimentación humana y el fomento de la sostenibilidad de la acuicultura con la integración de polisacáridos de origen marino en la alimentación de peces.

Uno de los objetivos es el desarrollo de alternativas sostenibles a la explotación de macroalgas en la zona de estudio. En este sentido, el proyecto fomentará la optimización de cultivo de plántulas, desarrollando protocolos estandarizados para su cultivo ajustando condiciones nutricionales, ambientales y de manejo. Se valorarán diferentes metodologías de extracción de compuestos bioactivos de interés prebiótico y nutricional. Además, se usarán polisacáridos extraídos para valorar su aplicación en la dieta de peces.

Este proyecto apoya la cooperación transfronteriza España-Portugal para el impulso de la innovación en el sector de las macroalgas y fomenta la transferencia de los resultados obtenidos al tejido industrial de los sectores de interés.

2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS JUVENILES DE RODABALLO Y DE LUBINA (INTERÉS DE LOS POLISACÁRIDOS)

Rodaballo

El rodaballo (*Scophthalmus maximus*) es una especie de crecimiento rápido y alto valor, fuertemente demandado para su consumo en muchos países debido a la preferencia por su carne blanca, por lo que tiene gran importancia comercial dentro de la acuicultura de los peces marinos.

Se trata de una especie carnívora, en la que los individuos juveniles se alimentan en la naturaleza de moluscos y crustáceos y, los adultos principalmente de peces y cefalópodos. Este pez se mueve poco durante el día y captura sus presas durante la noche (Rodríguez, J.L., 2011).

Los estudios demuestran que los juveniles de rodaballo tienen un alto requerimiento de proteínas (entre un 35% y un 69,8%) en comparación con otros peces planos (Lee *et al.*, 2003). Requieren un buen equilibrio de aminoácidos esenciales en su dieta, así como niveles bajos de carbohidratos (fibra y almidón) y factores antinutricionales (Gatlin *et al.*, 2007). La mayoría de las dietas comerciales de rodaballo contienen entre un 11% y un 12% de lípidos. Desde la fase final del destete para la fase de juveniles de peces planos Meijri *et al.*, (2021) aconsejan utilizar una microdieta balanceada que posea valores del 12% DHA, 10% EPA, 5% ARA, con un 40% de PUFAs sobre el total de ácidos grasos.

El contenido óptimo de proteína en la dieta para el cultivo de juveniles de rodaballo más rentable no es un valor fijo. La variación de este valor puede deberse a la diferencia en tamaño y edad de los peces, la calidad de las proteínas de la dieta, la riqueza energética y el balance energético proteico.

El trabajo de Leknes *et al.* (2012) ha demostrado que la demanda de proteínas del rodaballo es menor que la que ofrecen las actuales dietas comerciales, sugiriendo alrededor del 43%, mientras que los piensos comerciales de engorde para esta especie presentan del 52 al 54% (Imsland *et al.*, 2016).

La alimentación de los juveniles de rodaballo de cultivo se realiza con pienso extruido específico para la especie, que se suministra en varias tomas a lo largo del día.

La tasa de alimentación oscila entre el 2,8 y 3% de su peso y para su cálculo se puede utilizar las tablas de alimentación proporcionadas por los fabricantes de pienso o elaborar en la instalación un protocolo de alimentación propio.

Los piensos formulados para alimentación de rodaballo, con sustitución parcial de alguno de los ingredientes, deben presentar de un buen perfil de nutrientes, estar perfectamente equilibrados, proporcionar escasa abundancia de factores antinutricionales, tener un elevado contenido energético y proporcionar una alta digestibilidad, lo que permite obtener durante esta fase unos índices de conversión de 0,8-1.

Varios estudios demuestran que el uso de diferentes macroalgas a bajos niveles de inclusión (menores del 10%) en las dietas de rodaballo tienen efectos positivos, mejoran su crecimiento y supervivencia, sistema inmunológico, resistencia a enfermedades, entre otros (Skjeremo *et al.*, 1995).

Las dietas suplementadas con especies de algas verdes como *Ulva* sp. y *Ulva prolifera* (Enteromorpha), mejoran el rendimiento de crecimiento del rodaballo (*Scophthalmus maximus*) (Mustafa *et al.*, 1995; El-Tawil, 2010; Lu *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2016).

Además, Wang *et al.*, 2018, sugieren que la harina de *Sargassum horneri* podría emplearse como ingrediente a incluir en la dieta de los juveniles de rodaballo hasta un nivel del 10% sin efectos negativos sobre su crecimiento, ya que mejora la actividad de las enzimas inmunes no específicas y la resistencia contra bacterias patógenas.

Lubina

La lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) es una especie muy apreciada por los consumidores y fue la primera especie marina no salmónida cultivada comercialmente en Europa. En la actualidad, se explota en la mayoría de países ribereños del mar Mediterráneo con una producción total de 82758 toneladas en 2019 (FAO, 2021).

La lubina europea es una especie euritérmica (2-32°C) (Hidalgo y Alliot, 1988) y eurihalina capaz de habitar aguas costeras, presente en estuarios, lagunas de agua salobre y ocasionalmente en ríos. La lubina europea es un pez carnívoro, cuyos juveniles se alimentan de invertebrados, tomando cada vez más peces con la edad hasta convertirse en adultos piscívoros.

Aunque la lubina es muy importante para la acuicultura mediterránea, los estudios sobre sus requerimientos nutricionales son limitados. Los primeros estudios con juveniles informaron requisitos muy altos que oscilaron entre el 52 y el 60% (Alliot *et al.*, 1974; Metailler *et al.*, 1981). Desde entonces, se han realizado muchos ajustes, demostrando que los niveles de proteína en la dieta se pueden disminuir a valores entre 48-54% (Hidalgo y Alliot, 1988; Ballestrazzi *et al.*, 1994; Peres y Oliva-Teles, 1999b). Otros trabajos informaron que se puede lograr un crecimiento óptimo de la lubina europea con dietas con valores de proteína aún más bajos: 43-45% (Pérez *et al.*, 1997; Dias *et al.*, 1998) dado que la proteína digestible (DP) conveniente para digerible la relación de energía (DE) es adecuada.

Los primeros estudios fueron realizados por Alliot *et al.* (1979) para encontrar alternativas a la harina de pescado en las dietas de la lubina europea y, desde entonces, se ha realizado una cantidad significativa de investigación que permite reemplazar cantidades crecientes de FM y FO en las dietas de esta especie. El uso cada vez mayor de piensos vegetales en las dietas, puede exponer a los peces a efectos acumulativos de factores antinutricionales, posiblemente afectando varios procesos fisiológicos y metabólicos en tejidos y órganos, y puede haber efectos adversos acumulativos o de aparición tardía que den como resultado una manifestación tardía de las condiciones patológicas o salud menos que óptima (Krogdahl *et al.*, 2010).

Las algas son productores acuáticos primarios, exhibiendo perfiles de lípidos y proteínas que van del 1 al 45% y del 6 al 71%, respectivamente, dependiendo de las especies de algas y las condiciones de crecimiento (Chen *et al.*, 2015; Neveux *et al.*, 2015; Roy & Pal, 2015), así como un rico contenido de compuestos bioactivos (Yaakob *et al.*, 2014). La producción de compuestos bioactivos y metabolitos secundarios, es parte del mecanismo de protección de las algas, que permite que estos organismos sobrevivan en una amplia gama de ambientes (Batista *et al.*, 2009; Gupta *et al.*, 2012; Ibañez *et al.*, 2012; Jiménez-Escrig *et al.*, 2001). La biomasa de algas se considera una fuente renovable y sostenible de nutrientes de alta calidad y se consideran buenos ingredientes para reemplazar aún más la FM y la fibra vegetal en los alimentos acuícolas (Michalak y Chojnacka, 2018). Además, las propiedades antioxidantes, antivirales y antibacterianas de los compuestos bioactivos de las algas las hacen de gran interés para su inclusión en nuevos alimentos acuícolas funcionales (Onofrejová *et al.*, 2010; Singh *et al.*, 2005).

Hay varias formas de incluir las algas en las dietas. Los más comunes consisten en la utilización de algas enteras, algas procesadas y extractos de algas. Los extractos pueden ser más ventajosos que el uso de algas enteras, ya que las algas tienen paredes celulares rígidas que las hacen difíciles de digerir por los peces carnívoros y les da una baja disponibilidad de nutrientes (Gong *et al.*, 2020). Algunos estudios han investigado el tema de la suplementación dietética con diferentes especies de algas y compuestos extraídos de algas en alimentos para peces, mostrando mejoras no solo en el rendimiento del crecimiento, conversión alimenticia, eficiencia de proteínas (Emre *et al.*, 2013; Sony *et al.*, 2019) y tasa de supervivencia (Magnoni *et al.*, 2017), sino que también mejora la inmunidad de los peces (Peixoto *et al.*, 2016; Reyes-Becerril *et al.*, 2013) y las respuestas antioxidantes (Peixoto *et al.*, 2016), y reduce el estrés oxidativo (Magnoni *et al.*, 2017; Sony *et al.*, 2019).

En algunos estudios, se observó que la inclusión de macroalgas podría mejorar algunos parámetros de rendimiento del crecimiento. Este fue el caso de los alevines de lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) después de ser alimentados con dietas de inclusión de *Pterocladia capillacea* al 5%, con aumento de peso corporal y ganancia de peso (Wassef *et al.* 2013).

Valente *et al.* (2006) demostraron que las macroalgas como *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* y *Gracilaria cornea*, tienen un gran potencial como ingredientes alternativos en las dietas de los juveniles de lubina europea a niveles de inclusión dietética de hasta el 10% para *G. bursa-pastoris* y *U. rigida* y, hasta un nivel de inclusión del 5% para *G. cornea*, sin efectos adversos sobre el rendimiento del crecimiento y la eficiencia de utilización del alimento. Además, la suplementación dietética de extracto acuoso al 5% de *Gracilaria* sp. Fue beneficioso para la lubina sin comprometer el aumento de peso o afectar las tasas de consumo de alimento, sino más bien una mayor resistencia a *Photobacterium damsela* y niveles más bajos de LPO y una mayor actividad de GST, lo que sugiere una capacidad amplificada para responder a niveles más altos de ROS producidos durante la inflamación (Peixoto *et al.*, 2019).

3. INGREDIENTES DE LOS PIENSOS FORMULADOS

Para el desarrollo de este estudio fueron formulados diferentes tipos de piensos para la alimentación de juveniles de rodaballo.

- Dieta A: Inclusión de *Codium* 5%
- Dieta B: Inclusión de *Osmundea* 5%
- Dieta C: Inclusión de extractos solubles de polisacáridos de *Codium* 1,5%
- Dieta D: Inclusión de extractos solubles de polisacáridos de *Osmundea* 1,5%
- Dieta E: dieta control

Los extractos solubles de polisacáridos de las macroalgas estudiadas se obtuvieron mediante hidrólisis enzimática. Las enzimas empleadas para la hidrólisis de las algas fueron suministradas por una empresa productora de enzimas para usos industriales. Se emplearon dos enzimas, una con actividad proteasa (que denominaremos Enzima A) y otra con actividad celulasa, hemicelulasa y pectinasa (Enzima B). Por confidencialidad respecto a desarrollos que se están llevando a cabo en trabajos con algas, susceptibles de algún tipo de protección industrial, se omitirán datos más específicos sobre las enzimas.

Para la realización de los ensayos, se empleó el siguiente material:

- Agitador orbital INNOVA 40 (New Brunswick Scientific, Edison, New Jersey, USA)
- Mezcladora-cortadora Stephan UM12 (Stephan Food Service Equipment GmbH, Hameln, Alemania)
- Reactor de vidrio encamisado, de 5L
- Centrífuga Thermo Heraeus Multifuge X3
- Sistema de filtración tangencial Pall Omega Centramate OS300T12, con sistema de bombeo Watson Marlow 520S, operado con membranas de 30, 10 y 1 kD
- Atomizador Büchi mini Spray Dryer B 290 (Büchi Labortechnik AG, Suiza)
- Estufa de secado convectivo Selecta Digitronic

Las hidrolisis enzimáticas de las macroalgas se llevaron a cabo en un reactor de vidrio de 5L termostatzado. Se emplearon las dos enzimas simultáneamente, una con actividad proteasa y otra con actividad celulasa, hemicelulasa y pectinasa. Tras la hidrólisis, se inactivó el medio por calentamiento a 90 °C durante 5 min. Posteriormente, se realizó la separación del sólido no hidrolizado y el líquido, mediante el tamizado del medio, centrifugación y filtración, y se fraccionó el líquido mediante las membranas.

Se realizó un análisis nutricional de cada una de las macroalgas y de los extractos de macroalgas empleados los piensos formulados. Para ello se emplearon los métodos de ensayo que se describen a continuación.

- Proteína: PEE/1/01 (Volumetría-Kjeldhal)

Equipos y material:

- Destilador
- Balanza analítica
- Film de aluminio

Las proteínas se analizaron por volumetría, según el método Kjeldahl, mediante la determinación del nitrógeno. Se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos en una mezcla con ácido sulfúrico y catalizadores. El nitrógeno se convierte en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente. El amoniaco es arrastrado por destilación y recogido en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato se titulan con HCl para determinar el nitrógeno.

Para realizar el análisis del perfil de aminoácidos se usó un método para la detección y cuantificación de aminoácidos en alimentos y piensos por cromatografía líquida de alta resolución con detección DAD con derivatización pre-columna. Se llevó a cabo una extracción mediante hidrólisis y son cuantificados mediante patrón externo. Los resultados se expresaron en % con respecto al total de la muestra.

- Grasa: PEE/1/01 (Volumetría)

Equipos y material:

- Balanza analítica
- Botes
- Extractor Soxhlet

La grasa bruta se analizó por gravimetría, de acuerdo con la norma ISO-1443. En primer lugar, se realizó una hidrólisis ácida de las muestras con ácido clorhídrico y una posterior extracción de la grasa con disolventes por el método Soxhlet (con éter de petróleo a temperatura ambiente y vacío). Finalmente, se pesa la grasa extraída.

- Humedad: PEE/1/03 (Gravimetría)

Equipos y material:

- Estufa eléctrica
- Cápsulas de desecación
- Balanza analítica
- Desecador
- Baño de agua caliente

El contenido en humedad de las muestras se analizó mediante el método gravimétrico en estufa hasta peso constante, de acuerdo con la norma ISO R-1442. La humedad se

determinó pesando 5 g de muestra en cápsulas previamente desecadas con arena y se añadió etanol. Primero, se pre-secaron en un baño de agua caliente para que se evapora el alcohol y a continuación, se introdujeron en la estufa a 100 °C durante 24 horas y se mantuvieron durante 3 horas en el desecador antes de proceder a su pesada.

- Cenizas: PEE/1/04 (Gravimetría)

Equipos y material:

- Cápsulas
- Mufla
- Placa calefactora
- Balanza analítica

El contenido en cenizas se analizó mediante gravimetría de acuerdo con el método ISO R-936. Se pesaron aproximadamente 5 g de cada muestra en cápsulas y se incineraron a 550°C en una mufla hasta obtener cenizas blancas. Finalmente, se atemperó la muestra en el desecador y se volvió a pesar.

- Hidratos de carbono: PEE/1/124 (Cálculo, Reglamento 1169/2011)
- Fibra Bruta: PEE/1/125, AOAC 985.29

La fibra alimentaria (fracciones de alto peso molecular) se analizaron por el método enzimático-gravimétrico basado en la AOAC 985.29.

- Composición ácidos grasos: PEE/1/25 (CG/FID)

Equipos y material:

- Cromatógrafo gases-FID

En cuanto al perfil de ácidos grasos se realizó usando un cromatógrafo gases con detector de ionización de llama CG-FID. Los resultados se expresan en % con respecto al total de ácidos grasos.

Tabla. 1. Composición nutricional de las macroalgas

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	<i>Codium</i>	<i>Osmundea</i>	Extracto <i>Codium</i>	Extracto <i>Osmundea</i>
Proteína	18,4 ± 1,3 g/100 g	16,7 ± 1,2 g/100 g	13,4 ± 1,0 g/100 g	13,5 ± 1,0 g/100 g
Grasa	1,68 ± 0,16 g/100 g	<1 g/100 g	1,01 ± 0,10 g/100 g	<1 g/100 g
Humedad	9,1 ± 0,6 g/100 g	8,5 ± 0,6 g/100 g	5,6 ± 0,4 g/100 g	8,7 ± 0,6 g/100 g
Cenizas	23 ± 2 g/100 g	>30 g/100 g	>30 g/100 g	>30 g/100 g
Hidratos de carbono	5,9 ± 0,4 g/100 g	7,3 ± 0,5 g/100 g		
Fibra alimentaria	42 ± 5 g/100 g	27 ± 3 g/100 g	30 ± 3 g/100 g	28 ± 3 g/100 g
Yodo	210 ± 32 mg/kg	375 ± 56 mg/kg		
Valor energético	196 ± 6 kcal/100g	153 ± 5 kcal/100g		

Valor energético de la grasa	15 ± 2 kcal/100g	<9 kcal/100g		
Fibra soluble			5 g/100 g	16,9 g/100 g
Fibra insoluble			25 g/100 g	11,1 g/100 g

Tal como se puede observar en la Tabla. 1., la macroalga *Codium*, es la que presenta mayor contenido en proteína, mientras que en los extractos de ambas algas la cantidad es similar.

La macroalga *Codium*, así como el extracto de *Codium*, presentan mayor contenido en grasa.

Respecto a la humedad, *Codium* presenta mayor humedad, y entre los extractos de ambas algas, la macroalga *Osmundea*.

Osmundea muestra mayor contenido en cenizas, hidratos de carbono y yodo.

Codium y extracto de *Codium* presentan mayor contenido en fibra. Sin embargo, el extracto de *Osmundea* muestra tres veces más fibra soluble y el extracto de *Codium* más fibra insoluble.

En cuanto al valor energético y valor energético en grasa, la macroalga *Codium* supera a *Osmundea*.

Tabla. 2. Composición de ácidos grasos de las macroalgas

COMPOSICIÓN ÁCIDOS GRASOS (g/100 g)	<i>Codium</i>	<i>Osmundea</i>	Extracto <i>Codium</i>	Extracto <i>Osmundea</i>
Saturados	0,37 ± 0,09	0,10 ± 0,03	0,33 ± 0,08	0,29 ± 0,07
Monoinsaturados	0,65	0,08	0,31	0,17
Poliinsaturados	0,5	0,08	0,26	0,23
EPA + DHA	0,06	0,05	0,02	0,13
Omega - 3	0,35	0,07	0,17	0,19
Omega - 6	0,15	0,01	0,08	0,04
Tran	0,01	<0,01	0,01	<0,01

En la Tabla. 2. se observa que la macroalga *Codium* y el extracto de *Codium* muestran más ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y trans. Ocurre lo mismo con los Omega – 6.

El extracto de *Osmundea* tiene mayor contenido en EPA + DHA. Y, por último, la macroalga *Codium*, presenta mayor cantidad en Omega – 3.

Para el desarrollo de este estudio fueron formulados diferentes tipos de piensos para la alimentación de juveniles de lubina.

- Dieta A: dieta control
- Dieta B: Inclusión de *Osmundea* 5%
- Dieta C: Inclusión de *Osmundea* 5% autoclavada
- Dieta D: Inclusión de *Codium* 5%
- Dieta E: Inclusión de *Codium* 5% autoclavado
- Dieta F: Inclusión de extractos solubles de polisacáridos de *Osmundea* 0,5%
- Dieta G: Inclusión de extractos solubles de polisacáridos de *Codium* 0,5%

Codium fue recolectadas en las playas norte de Portugal y *Osmundea* fue recogida y enviado por los compañeros de ANFACO (recogida por la empresa PORTO-MUIÑOS S.L.).

Las macroalgas se sometieron a un tratamiento previo en la autoclave con 10% agua a 110°C, 0,4 bar durante 20min. Después de este tratamiento fueron molidas *Osmundea* a 0,5 mm e *Codium* a 1 mm de granulometría.

Los extractos solubles de polisacáridos de las macroalgas estudiadas se obtuvieron mediante hidrólisis enzimática. Las enzimas empleadas para la hidrólisis de las algas fueron suministradas por una empresa productora de enzimas para usos industriales. Se emplearon dos enzimas, una con actividad proteasa (que denominaremos Enzima A) y otra con actividad celulasa, hemicelulasa y pectinasa (Enzima B). Por confidencialidad respecto a desarrollos que se están llevando a cabo en trabajos con algas, susceptibles de algún tipo de protección industrial, se omitirán datos más específicos sobre las enzimas.

Para la realización de los ensayos, se empleó el siguiente material:

- Agitador orbital INNOVA 40 (New Brunswick Scientific, Edison, New Jersey, USA)
- Mezcladora-cortadora Stephan UM12 (Stephan Food Service Equipment GmbH, Hameln, Alemania)
- Reactor de vidrio encamisado, de 5L
- Centrífuga Thermo Heraeus Multifuge X3
- Sistema de filtración tangencial Pall Omega Centramate OS300T12, con sistema de bombeo Watson Marlow 520S, operado con membranas de 30, 10 y 1 kD
- Atomizador Büchi mini Spray Dryer B 290 (Büchi Labortechnik AG, Suiza)
- Estufa de secado convectivo Selecta Digitronic

Las hidrólisis enzimáticas de las macroalgas se llevaron a cabo en un reactor de vidrio de 5L termostático. Se emplearon las dos enzimas simultáneamente, una con actividad proteasa y otra con actividad celulasa, hemicelulasa y pectinasa. Tras la hidrólisis, se inactivó el medio por calentamiento a 90 °C durante 5 min. Posteriormente, se realizó

la separación del sólido no hidrolizado y el líquido, mediante el tamizado del medio, centrifugación y filtración, y se fraccionó el líquido mediante las membranas.

Las macroalgas fueron analizadas antes y después de lo tratamiento en autoclave (Tabla 3). Para ello se emplearon los métodos de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2000) que se describen a continuación.

La materia seca se determinó pesando las muestras en crisoles y luego secándolas en un horno a 105°C hasta peso constante.

La materia inorgánica (cenizas) se determinó mediante la incineración de las muestras previamente secadas en el proceso de determinación de materia seca, en un horno de mufla a 450°C durante 16 h.

El contenido de proteínas de las dietas y los ingredientes se determinó mediante la cuantificación del nitrógeno (N) en la muestra por el método Kjeldahl ($N \times 6,25$), asumiendo que las proteínas contienen un promedio de 16% de N ($100/16 = 6,25$), utilizando Kjeltec. unidades de digestión y destilación (sistemas Tecator, Höganäs, Suecia, modelos 1015 y 1026, respectivamente). Las muestras se digirieron con ácido sulfúrico concentrado a 450°C en la unidad de digestión y posteriormente, las muestras se destilaron en la unidad de destilación. El contenido de N se cuantificó mediante valoración con HCl (0,5 N) en presencia de un indicador de pH de naranja de metilo.

El contenido de lípidos se determinó mediante extracción con éter de petróleo utilizando un sistema SoxTec (Tecator systems, Höganäs, Suecia, unidad de extracción modelo 1043 y unidad de servicio modelo 1046).

Tabla. 3. Composición nutricional de las macroalgas con y sin tratamiento por autoclave

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL g/100g	<i>Codium</i>	<i>Codium Autoclavado</i>	<i>Osmundea</i>	<i>Osmundea Autoclavada</i>
Proteína	13,8±0,3	13,7±0,0	22,5±0,0	23,8±0,1
Grasa	1,8±0,1	1,8±0,0	0,8±0,2	0,8±0,2
Humedad	4,6±0,2	5,6±0,1	9,2±0,0	7,3±0,1
Cenizas	63,1±0,1	60,5±1,1	40,0±0,6	42,5±0,8g/100g

Tal como se puede observar en la Tabla. 3., lo tratamiento con autoclave no alteró significativamente la composición de las macroalgas. La macroalga *Osmundea*, es la que presenta mayor contenido en proteína, mientras *Codium* presenta mayor contenido en grasa.

Respecto a la humedad, *Codium* presenta mayor humedad, y *Osmundea* muestra mayor contenido en cenizas.

Se realizó un análisis nutricional también de los extractos de macroalgas (Tabla 4). Para ello se emplearon los métodos de ensayo que se describen a continuación.

Proteína: PEE/1/01 (Volumetría-Kjeldhal)

El contenido en nitrógeno se analizó mediante el método de combustión Dumas, siguiendo el procedimiento del método 46.30.01 (AACC, 2012). Las muestras se envuelven en un film de aluminio y el nitrógeno es liberado por combustión a alta temperatura en oxígeno puro (analizador elemental proteínas/nitrógeno). Se utilizó el factor de conversión de nitrógeno a proteínas de 5,6 para la fracción proteica (Mæhre *et al.*, 2018).

Para realizar el análisis del perfil de aminoácidos se usó un método para la detección y cuantificación de aminoácidos en alimentos y piensos por cromatografía líquida de alta resolución con detección DAD con derivatización pre-columna. Se llevó a cabo una extracción mediante hidrólisis y fueron cuantificados mediante patrón externo. Los resultados se expresaron en % con respecto al total de la muestra.

Grasa: PEE/1/01 (Volumetría-Kjeldhal)

La grasa bruta se analizó por gravimetría, de acuerdo con la norma ISO-1443. En primer lugar, se realizó una hidrólisis ácida de las muestras con ácido clorhídrico y una posterior extracción de la grasa con disolventes por el método Soxhlet (con éter de petróleo a temperatura ambiente y vacío). Finalmente, se pesa la grasa extraída.

Humedad: PEE/1/03 (Gravimetría)

El contenido en humedad de las muestras se analizó mediante el método gravimétrico en estufa hasta peso constante, de acuerdo con la norma ISO R-1442. La humedad se determinó pesando 5 g de muestra en cápsulas previamente desecadas con arena y se añadió etanol. Primero, se pre-secaron en un baño de agua caliente para que se evapora el alcohol y a continuación, se introdujeron en la estufa a 100 °C durante 24 horas y se mantuvieron durante 3 horas en el desecador antes de proceder a su pesada.

Cenizas: PEE/1/04 (Gravimetría)

El contenido en cenizas se analizó mediante gravimetría de acuerdo con el método ISO R-936. Se pesaron aproximadamente 5 g de cada muestra en cápsulas y se incineraron a 550°C en una mufla hasta obtener cenizas blancas. Finalmente, se atemperó la muestra en el desecador y se volvió a pesar.

Hidratos de carbono: PEE/1/124 (Cálculo)

Fibra Bruta: PEE/1/125

Composición ácidos grasos: PEE/1/25 (CG/FID)

En cuanto al perfil de ácidos grasos se realizó usando un cromatógrafo gases con detector de ionización de llama CG-FID. Los resultados se expresan en % con respecto al total de ácidos grasos.

Tabla. 4. Composición NUTRICIONAL de ácidos grasos de los extractos de macroalgas

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL (g/100g)	Extracto <i>Codium</i>	Extracto <i>Osmundea</i>
Proteína	13,4 ± 1,0	13,5 ± 1,0
Grasa	1,0 ± 0,1	<1
Humedad	5,6 ± 0,4	8,7 ± 0,6
Cenizas	>30	>30
Hidratos de carbono		
Fibra alimentaria	30 ± 3	28 ± 3
Yodo		
Valor energético		
Valor energético de la grasa		
Fibra soluble	5	16,9
Fibra insoluble	25	11,1
COMPOSICIÓN ÁCIDOS GRASOS (g/100 g)		
Saturados	0,33 ± 0,08	0,29 ± 0,07
Monoinsaturados	0,31	0,17
Poliinsaturados	0,26	0,23
EPA + DHA	0,02	0,13
Omega - 3	0,17	0,19
Omega - 6	0,08	0,04
Tran	0,01	<0,01

Tal como se puede observar en la Tabla. 4., el contenido en proteína en los extractos de ambas algas es similar. Extracto de *Codium* presenta mayor contenido en fibra. Sin embargo, el extracto de *Osmundea* muestra tres veces más fibra soluble y el extracto de *Codium* más fibra insoluble.

Se observa ainda que el extracto de *Codium* muestra más ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y trans. Ocurre lo mismo con los Omega – 6. El extracto de *Osmundea* tiene mayor contenido en EPA + DHA. Y.

4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS PIENSOS FORMULADOS

Rodaballo

Una vez formulados y fabricados, se realizó un análisis nutricional de cada uno de los piensos formulados, siguiendo los mismos métodos de ensayo descritos en el apartado anterior (Figura 1).

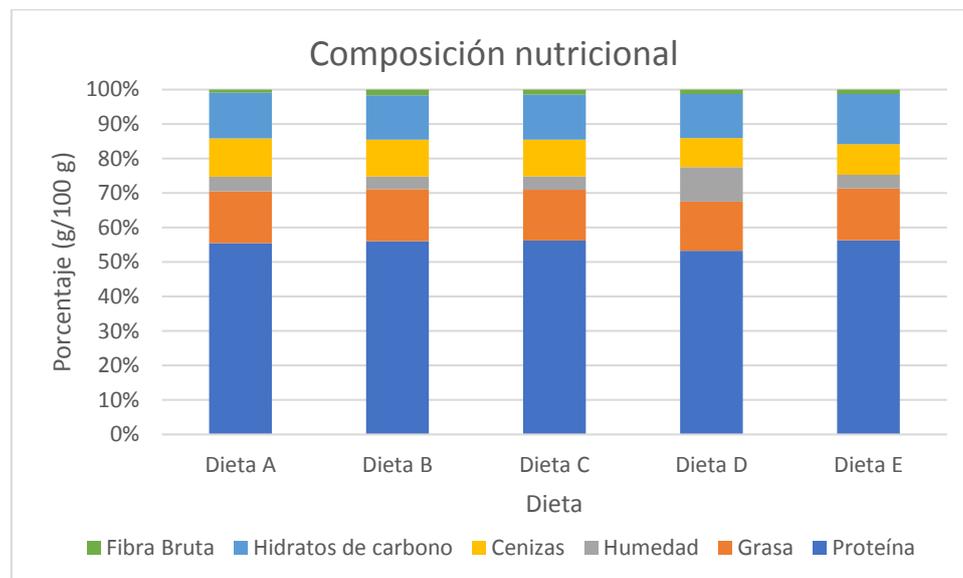


Fig. 1. Composición nutricional de los piensos formulados

Como se comentó previamente, la dieta A fue preparada con una inclusión de la macroalga *Codium* al 5%, la dieta B con inclusión de *Osmundea* al 5%, la dieta C con inclusión del 1,5% de extractos solubles de polisacáridos de *Codium* y la dieta D con 1,5% de extractos solubles de polisacáridos de *Osmundea*. La dieta E fue la dieta control, sin inclusión macroalgal.

Tal como se puede observar en la Fig. 1., la dieta D, realizada con inclusión de extracto de *Osmundea* 1,5 % (EO), es la que presenta menor porcentaje en proteína.

Del mismo modo la dieta D posee mayor grado de humedad, más del doble que las otras dietas estudiadas, lo que podría explicar su menor porcentaje tanto en grasa como en hidratos de carbono y cenizas.

Por último, la dieta B, con inclusión de la macroalga *Osmundea* aporta un mayor porcentaje de fibra.

A continuación, se adjunta una tabla con la composición de ácidos grasos de cada una de las dietas suministradas, y otra tabla con la composición detallada de ácidos grasos esenciales para cada tipo de alimentación.

Tabla. 5. Composición ácidos grasos de los piensos formulados

COMPOSICIÓN ÁCIDOS GRASOS (%)	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D	Dieta E
Saturados	3,20	3,35	3,35	3,35	3,55
Monoinsaturados	4,95	5,30	4,75	4,75	5,00
Poliinsaturados	4,95	4,75	5,00	4,80	5,00
EPA + DHA	2,36	2,27	2,40	2,17	2,29
Omega - 3	3,42	3,26	3,44	3,16	3,33
Omega - 6	1,50	1,46	1,51	1,62	1,64
Trans	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09

La tabla 5 muestra que la dieta A, con inclusión de la macroalga *Codium* 5%, presenta menor abundancia de ácidos grasos saturados en relación a las demás dietas estudiadas.

En cuanto a la composición de los ácidos grasos insaturados, la dieta A, con inclusión de la macroalga *Codium* 5%, destaca por presentar más poliinsaturados, mientras que la dieta B con inclusión de la macroalga *Osmundea* 5%, lo hace con los monoinsaturados.

Las dietas A y C, *Codium* 5% y extracto *Codium* 1,5%, tienen mayor abundancia en EPA + DHA y en Omega – 3.

Las dietas C y D, extracto *Codium* 1,5% y extracto *Osmundea* 1,5%, tienen mayor abundancia en Omega – 6.

La dieta C, extracto *Codium* 1,5%, tiene mayor contenido Trans, por el contrario, la dieta D, extracto *Osmundea* 1,5% presenta el menor de los contenidos Trans.

Tabla. 6. Composición ácidos grasos detallada de los piensos formulados

COMPOSICIÓN ÁCIDOS GRASOS (%)	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D	Dieta E
C4:0					
C6:0					
C8:0					
C10:0					
C11:0					
C12:0					
C13:0					
C14:0	4,645	4,351	4,671	4,316	4,327
C14:1					

C15:0	0,344	0,333	0,346	0,334	0,352
C15:1					
C16:0	13,069	12,977	12,931	13,257	13,244
C16:1T					
C16:1 (n-7+n-9)	6,035	5,735	6,105	5,645	5,695
C16:2					
C17:0	0,205	0,203	0,212	0,273	0,313
C17:1	0,845	0,804	0,858	0,756	0,441
C18:0	2,722	2,812	2,653	3,095	2,949
C18:1T	0,687	0,696	0,706	0,656	0,640
C18:1n-9	23,297	25,644	22,207	24,197	24,272
C18:1n-7	3,299	3,279	3,350	3,005	3,025
C18:2T	0,104	0,101			
C18:2n-6 LNA	9,051	8,963	9,243	10,298	10,026
C18:3n-6	0,185	0,190	0,210	0,231	0,240
C20:0	0,530	0,525	0,540	0,541	0,544
C18:3T					
C18:3n-3 ALA	2,715	2,629	2,794	2,732	2,680
C20:1	0,233	0,225	0,235	0,200	0,208
C18:4n-3					
C21:0	0,143	0,898	1,118	1,745	1,753
C20:2	0,135	0,125	0,170	0,159	0,179
C20:3n-6	0,288	0,290	0,282	0,330	0,307
C22:0					
C20:3n-3	3,631	3,124	3,361	3,392	3,453
C20:3T					
C22:1					
C20:4n-6 ARA	0,492	0,556	0,497	0,421	0,440
C23:0	0,521	0,489	0,546	0,529	0,530
C22:2					
C20:5n-3 EPA	10,494	9,947	10,759	10,163	9,917
C24:0	0,134	0,110	0,130	0,120	0,146
C24:1	0,447	0,423	0,441	0,373	0,420
C22:4n-6	0,328	0,298	0,331	0,445	0,442
C22:5n-3	1,030	0,993	1,079	1,016	0,978
C22:6n-3 DHA	5,797	5,607	5,985	5,568	5,816
Suma	91,282	91,944	91,611	93,798	93,169
Grasa (%)	15,150	15,300	15,000	14,450	15,250

Leyenda

	Saturados
	Trans
	Monoinsaturados
	Poliinsaturados ω -3
	Poliinsaturados ω -6

Lubina

Una vez formulados y fabricados, se realizó un análisis nutricional de cada uno de los piensos formulados, siguiendo los mismos métodos de ensayo descritos en el apartado anterior (Tabla 7).

Tabla. 7. Formulación y composición nutricional de las dietas experimentales

	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D	Dieta E	Dieta F	Dieta G
Ingredientes (g/100g materia seca)							
Trigo ¹	8,37	3,94	4,00	3,24	3,24	8,37	8,37
Gluten de trigo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gluten de maiz ²	9,14	8,43	8,36	9,21	9,21	9,14	9,14
Harina de pescado ³	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Colza	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Soja	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Aceite de pescado	15,02	15,06	15,06	14,98	14,98	15,02	15,02
Vitaminas ⁴	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Minerales ⁵	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Aglutinante	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Colina	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Girasol	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
<i>Osmundea</i>	-	5,00	-	-	-	-	-
<i>Osmundea</i> Autoclavada	-	-	5,00	-	-	-	-
<i>Codium</i>	-	-	-	5,00	-	-	-
<i>Codium</i> Autoclavada	-	-	-	-	5,00	-	-
Polisacárido <i>Osmundea</i>	-	-	-	-	-	0,50	-
Polisacárido <i>Codium</i>	-	-	-	-	-	-	0,50
Celulosa	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	-	-
Fosfato bicálcico	0,05	0,14	0,14	0,14	0,14	0,05	0,05
Óxido de cromo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionina ⁸	0,13	0,15	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13
Taurina	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL g/100g							
Proteína	40,8±0,1	40,8±0,4	41,1±0,2	40,5±0,8	40,8±0,5	41,6±0,2	41,3±0,4
Grasa	18,8±0,5	17,1±0,2	17,1±0,2	16,7±0,3	17,2±0,1	16,5±0,4	17,1±0,3
Humedad	2,2±0,1	2,2±0,0	2,8±0,0	3,1±0,0	3,0±0,0	1,9±0,0	2,4±0,1
Cenizas	7,6±0,1	8,8±0,1	8,6±0,1	9,6±0,0	9,7±0,0	7,6±0,1	7,2±0,2

¹ Sorgal, S.A. Ovar, Portugal. (Proteína: 12.1%; Grasa: 2.5%; Ceniza 1.4%).

² Sorgal, S.A. Ovar, Portugal. (Proteína: 67.3%; Grasa 6.6%; Ceniza 1.1%).

³ Harina de pescado secada al vapor a partir de descartes (atún y sardina), Portugal, Secada al vapor, SAVINOR SA/ Sorgal, S.A (CP: 62,7%; CL: 11,5%; Cenizas: 22,2%).

⁴ Vitaminas (mg kg⁻¹ dieta): retinol, 18 000 (UI kg⁻¹ dieta); calciferol, 2000 (UI kg⁻¹ dieta); alfa tocoferol, 35; bisulfito de sodio menadion, 10; tiamina, 15; ribloflavina, 25; pantotenato de calcio, 50; ácido nicotínico, 200; piridoxina, 5; ácido fólico, 10; cianocobalamina, 0,02; biotina, 1,5; monofosfato de ascorbilo, 50; inositol, 400.

⁵ Minerales (mg kg⁻¹ dieta): sulfato de cobalto, 1,91; sulfato de cobre, 19,6; sulfato de hierro, 200; fluoruro de sodio, 2,21; yoduro de potasio, 0,78; óxido de magnesio, 830; óxido de manganeso, 26; selenito de sodio, 0,66; óxido de zinc, 37,5; fosfato dicálcico, 8.02 (g kg⁻¹ dieta); cloruro de potasio, 1,15 (g kg⁻¹ dieta); cloruro de sodio, 0,4 (g kg⁻¹ dieta).

⁶ Metionina para piensos, Sorgal, S.A. Ovar, Portugal

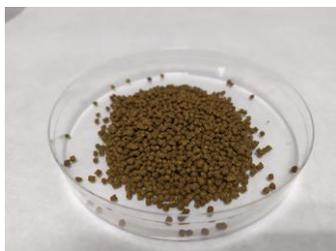
Como se comentó previamente, la dieta A fue la dieta control, sin inclusión macroalgal. Las dietas B e C fueran preparadas con una Inclusión de la macroalga *Codium* al 5%, respectivamente con e sin tratamiento con autoclave. Las dietas D e E fueran preparadas con una Inclusión de la macroalga *Osmundea* al 5%, respectivamente con y sin tratamiento con autoclave. La dieta F con inclusión de 0,5% de extractos solubles de polisacáridos de *Codium* y la dieta G con 0,5% de extractos solubles de polisacáridos de *Osmundea*.

5. FICHA TÉCNICA DE CADA PIENSO PIENSOS RODABALLO

NOMBRE: PIENSO A

PIENSO CON 5% DE INCLUSIÓN DE LA MACROALGA *CODIUM* PARA JUVENILES DE RODABALLO

FOTO:



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Alimento extruido para juveniles de rodaballo desde 5 hasta 50 g

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de rodaballo en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	56,00
Lípidos (%)	15,15
Carbohidratos (%)	13,35
Fibra (%)	0,95
Cenizas (%)	11,25

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 8 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 2 mm.

INGREDIENTES:

Harina de pescado LT70, CPSP 90, Comida de krill, Concentrado de proteína de soja, Concentrado de proteína de guisante, Gluten de trigo, Harina de trigo, Premezcla de vitaminas y minerales, Vitamina E50, Antioxidante, Óxido de itrio, Aceite de pescado, Aceite de colza

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

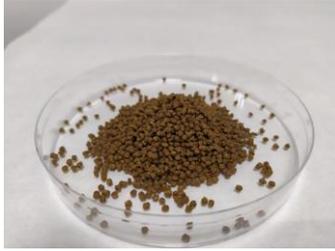
ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por SPAROS S.L

NOMBRE: PIENSO B

PIENSO CON 5% DE INCLUSIÓN DE LA MACROALGA *OSMUNDEA* PARA JUVENILES DE RODABALLO

FOTO:**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:**

Alimento extruido para juveniles de rodaballo desde 5 hasta 50 g

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de rodaballo en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	57,00
Lípidos (%)	15,30
Carbohidratos (%)	13,05
Fibra (%)	1,65
Cenizas (%)	10,75

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 8 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 2 mm.

INGREDIENTES:

Harina de pescado LT70, CPSP 90, Comida de krill, Concentrado de proteína de soja, Concentrado de proteína de guisante, Gluten de trigo, Harina de trigo, Premezcla de vitaminas y minerales, Vitamina E50, Antioxidante, Óxido de itrio, Aceite de pescado, Aceite de colza

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

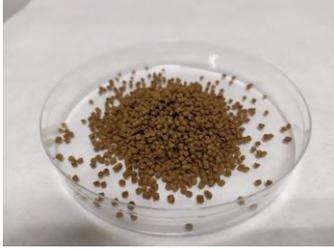
ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por SPAROS S.L

NOMBRE: PIENSO C

PIENSO CON 1,5% DE INCLUSIÓN DE EXTRACTOS SOLUBLES DE POLISACÁRIDOS DE LA MACROALGA CODIUM PARA JUVENILES DE RODABALLO

FOTO:**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:**

Alimento extruido para juveniles de rodaballo desde 5 hasta 50 g

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de rodaballo en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	57,00
Lípidos (%)	15,00
Carbohidratos (%)	13,25
Fibra (%)	1,45
Cenizas (%)	10,85

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 8 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 2 mm.

INGREDIENTES:

Harina de pescado LT70, CPSP 90, Comida de krill, Concentrado de proteína de soja, Concentrado de proteína de guisante, Gluten de trigo, Harina de trigo, Premezcla de vitaminas y minerales, Vitamina E50, Antioxidante, Óxido de itrio, Aceite de pescado, Aceite de colza

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

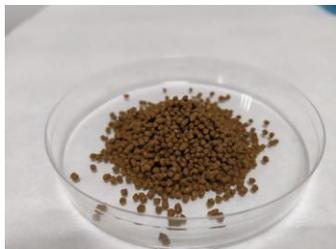
ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por SPAROS S.L

NOMBRE: PIENSO D

PIENSO CON 1,5% DE INCLUSIÓN DE EXTRACTOS SOLUBLES DE POLISACÁRIDOS DE LA MACROALGA OSMUNDEA PARA JUVENILES DE RODABALLO

FOTO:**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:**

Alimento extruido para juveniles de rodaballo desde 5 hasta 50 g

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de rodaballo en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	54,00
Lípidos (%)	14,45
Carbohidratos (%)	12,95
Fibra (%)	1,35
Cenizas (%)	8,50

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 8 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 2 mm.

INGREDIENTES:

Harina de pescado LT70, CPSP 90, Comida de krill, Concentrado de proteína de soja, Concentrado de proteína de guisante, Gluten de trigo, Harina de trigo, Premezcla de vitaminas y minerales, Vitamina E50, Antioxidante, Óxido de itrio, Aceite de pescado, Aceite de colza

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por SPAROS S.L

NOMBRE: PIENSO E

PIENSO CONTROL SIN INCLUSIÓN DE MACROALGAS PARA JUVENILES DE RODABALLO

FOTO:**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:**

Alimento extruído para juveniles de rodaballo desde 5 hasta 50 g

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de rodaballo en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	57,00
Lípidos (%)	15,25
Carbohidratos (%)	14,75
Fibra (%)	1,28
Cenizas (%)	8,95

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 8 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 2 mm.

INGREDIENTES:

Harina de pescado LT70, CPSP 90, Comida de krill, Concentrado de proteína de soja, Concentrado de proteína de guisante, Gluten de trigo, Harina de trigo, Premezcla de vitaminas y minerales, Vitamina E50, Antioxidante, Óxido de itrio, Aceite de pescado, Aceite de colza

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por SPAROS S.L

PIENSOS LUBINA

NOMBRE: PIENSO A

PIENSO CON 5% DE INCLUSIÓN DE LA MACROALGA *OSMUNDEA* PARA JUVENILES DE LUBINA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Alimento granulado para juveniles de lubina desde 20 hasta 80 g.

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de lubina en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	40,8
Lípidos (%)	17,1
Humedad (%)	2,2
Cenizas (%)	8,8
Energía (KJ/g)	23,1

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado. Se sugiere que la distribución sea uniforme y que se realicen 2 tomas/día. Factor de conversión alimenticia = 1,1 aproximadamente.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 7 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 3 mm.

INGREDIENTES:

Trigo, Gluten de trigo, Gluten de maíz, Harina de pescado, Colza, Soja, Aceite de pescado, *Osmundea* sp. micronizado, Vitaminas, Minerales, Aglutinante, Colina, Girasol, Codium, Celulosa, Fosfato bicálcico, Metionina, Taurina.

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por Nutrimu.

NOMBRE: PIENSO B

PIENSO CON 5% DE INCLUSIÓN DE LA MACROALGA *OSMUNDEA* AUTOCLAVADA PARA JUVENILES DE LUBINA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Alimento granulado para juveniles de lubina desde 20 hasta 80 g.

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de lubina en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	41,1
Lípidos (%)	17,1
Humedad (%)	2,8
Cenizas (%)	8,6
Energía (KJ/g)	22,8

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado. Se sugiere que la distribución sea uniforme y que se realicen 2 tomas/día. Factor de conversión alimenticia = 1,1 aproximadamente.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 7 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 3 mm.

INGREDIENTES:

Trigo, Gluten de trigo, Gluten de maíz, Harina de pescado, Colza, Soja, Aceite de pescado, *Osmundea* sp. micronizado y autoclavado, Vitaminas, Minerales, Aglutinante, Colina, Girasol, Codium, Celulosa, Fosfato bicálcico, Metionina, Taurina.

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por Nutrimu.

NOMBRE: PIENSO C

PIENSO CON 5% DE INCLUSIÓN DE LA MACROALGA *CODIUM* PARA JUVENILES DE LUBINA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Alimento granulado para juveniles de lubina desde 20 hasta 80 g.

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de lubina en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	40,5
Lípidos (%)	16,7
Humedad (%)	3,1
Cenizas (%)	9,6
Energía (KJ/g)	22,9

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado. Se sugiere que la distribución sea uniforme y que se realicen 2 tomas/día. Factor de conversión alimenticia = 1,1 aproximadamente.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 7 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 3 mm.

INGREDIENTES:

Trigo, Gluten de trigo, Gluten de maíz, Harina de pescado, Colza, Soja, Aceite de pescado, *Codium* sp. micronizado, Vitaminas, Minerales, Aglutinante, Colina, Girasol, *Codium*, Celulosa, Fosfato bicálcico, Metionina, Taurina.

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por Nutrimu.

NOMBRE: PIENSO D

PIENSO CON 5% DE INCLUSIÓN DE LA MACROALGA *CODIUM* AUTCLAVADA PARA JUVENILES DE LUBINA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Alimento granulado para juveniles de lubina desde 20 hasta 80 g.

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de lubina en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	40,8
Lípidos (%)	17,2
Humedad (%)	3,0
Cenizas (%)	9,7
Energía (KJ/g)	23,1

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado. Se sugiere que la distribución sea uniforme y que se realicen 2 tomas/día. Factor de conversión alimenticia = 1,1 aproximadamente.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 7 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 3 mm.

INGREDIENTES:

Trigo, Gluten de trigo, Gluten de maíz, Harina de pescado, Colza, Soja, Aceite de pescado, *Codium* sp. micronizado y autoclavado Vitaminas, Minerales, Aglutinante, Colina, Girasol, *Codium*, Celulose, Fosfato bicálcico, Metionina, Taurina.

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por Nutrimu.

NOMBRE: PIENSO E

PIENSO CON 0,5% DE INCLUSIÓN DE EXTRACTO DE POLISACÁRIDOS DE *CODIUM* PARA JUVENILES DE LUBINA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Alimento granulado para juveniles de lubina desde 20 hasta 80 g.

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de lubina en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	41,6
Lípidos (%)	16,5
Humedad (%)	1,9
Cenizas (%)	7,6
Energía (KJ/g)	23,7

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado. Se sugiere que la distribución sea uniforme y que se realicen 2 tomas/día. Factor de conversión alimenticia = 1,1 aproximadamente.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 7 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 3 mm.

INGREDIENTES:

Trigo, Gluten de trigo, Gluten de maíz, Harina de pescado, Colza, Soja, Aceite de pescado, extracto soluble de polisacáridos de *Osmundea* sp., Vitaminas, Minerales, Ligante, Colina, Girasol, Codium, Celulose, Fosfato bicálcico, Metionina, Taurina.

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por Nutrímu.

NOMBRE: PIENSO F

PIENSO CON 0,5% DE INCLUSIÓN DE EXTRACTO DE POLISACÁRIDOS DE *OSMUNDEA* PARA JUVENILES DE LUBINA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Alimento granulado para juveniles de lubina desde 20 hasta 80g.

CARACTERÍSTICAS:

Dieta formulada para cubrir las exigencias nutricionales de los juveniles de lubina en cultivo, proporcionando mejor rendimiento del crecimiento y óptimas condiciones de salud.

Materias primas seleccionadas de alta calidad que suministran niveles óptimos de proteína, lípidos, vitaminas y minerales.

COMPOSICIÓN:

Nutrientes	Nivel
Proteínas (%)	41,3
Lípidos (%)	17,1
Humedad (%)	2,4
Cenizas (%)	7,2
Energía (KJ/g)	23,5

MODO DE EMPLEO:

Se recomienda utilizarlo de acuerdo al peso corporal del animal, teniendo en cuenta el sistema de producción utilizado. Se sugiere que la distribución sea uniforme y que se realicen 2 tomas/día. Factor de conversión alimenticia = 1,1 aproximadamente.

PRESENTACIÓN:

Sacos con 7 kg de pellets.

DIÁMETRO DEL PELLET:

En pellets de 3 mm.

INGREDIENTES:

Trigo, Gluten de trigo, Gluten de maíz, Harina de pescado, Colza, Soja, Aceite de pescado, extracto soluble de polisacáridos de *Codium* sp., Vitaminas, Minerales, Aglutinante, Colina, Girasol, *Codium*, Celulosa, Fosfato bicálcico, Metionina, Taurina.

VIDA ÚTIL:

6 meses a partir de la fecha de producción

ALMACENAJE:

Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, resguardado de la luz solar directa, a temperatura ambiente.

Producto Elaborado por Nutrímu.

6. BIBLIOGRAFÍA

Akbary, P., Aminikhoei, Z. 2018. Effect of water-soluble polysaccharide extract from the green alga *Ulva rigida* on growth performance, antioxidant enzyme activity, and immune stimulation of grey mullet *Mugil cephalus*. J. Appl. Phycol. 30, 1345-1353.

Alliot, E., Febvre, A., Metailler, R., Pastoureaud, A. 1974. Besoins nutritifs du bar (*Dicentrarchus labrax* L.). Etude du taux de protéine et du taux de lipid dans le régime, in Actes de Colloque CNEOX pp 215-228.

Alliot, E., Pastoureaud, A., Hudlet, J.P., Métailler, R. 1979. Utilisation des farines végétales et des levures cultivées sur alcanes pour l'alimentation du bar (*Dicentrarchus labrax*), in Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology pp 229-238, Heenemann Verlagsgesellschaft mbH.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC, AOAC, Gaithersburg, MD, USA.

Ballestrazzi, R., Lanari, D., Dagaro, E., Mion, A. 1994. The Effect of Dietary Protein Level and Source on Growth, Body Composition, Total Ammonia and Reactive Phosphate Excretion of Growing Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax*). Aquaculture 127, 197-206.

Castro, R., Zarra, I., Lamas, J. 2004. Water-soluble seaweed extracts modulate the respiratory burst activity of turbot phagocytes. Aquaculture 229, 67-78.

Castro, R., Piazzon, M.C., Zarra, I., Leiro, J., Noya, M., Lamas J. 2006. Stimulation of turbot phagocytes by *Ulva rigida* C. Agardh polysaccharides. Aquaculture 254, 9-20.

Chen, H., Zhou, D., Luo, G., Zhang, S., Chen, J. 2015. Macroalgae for biofuels production: Progress and perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews 47, 427-437.

Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Guajardo-Barbosa, C. 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A., Cerecedo-Olvera, R. (Eds) Avances en Nutrición Acuícola V - Memorias del Quinto Simposium.

Dalmo, R.A., Seljelid, R. 1995. The immunomodulatory effect of LPS, laminaran and sulfated laminaran [$\beta(1,3)$ -D-glucan] on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., macrophages in vitro. J. Fish Dis. 18, 175-185.

Dias, J., Alvarez, M.J., Diez, A., Arzel, J., Corraze, G., Bautista, J.M. Kaushik, S.J. 1998. Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein/energy in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture 161, 169-186.

El-Tawil, N.E. 2010. Effects of green seaweeds (*Ulva* sp.) as feed supplements in red tilapia (*Oreochromis* sp.) diet on growth performance, feed utilization and body composition. J. Arabian Aquacult. Soc. 5, 179-194.

Emre, Y., Ergün, S., Kurtoglu, A., Güroy, B., Güroy, D. 2013. Effects of *Ulva* Meal on Growth Performance of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) at Different Levels of Dietary Lipid. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 13, 841-846.

FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. 223 pp. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>.

FAO. 2021. FIGIS - Time-series query on: Aquaculture (fao.org) (consultado 02/08/2021)

Fujiki, K., Yano, T. 1997. Effects of sodium alginate on the non specific defence system of the common carp (*Cyprinus carpio* L.). Fish Shellfish Immunol. 7, 417-427.

Fujiki, K., Shin, D., Nakao, M., Yano, T. 1997. Protective effect of κ -carrageenan against bacterial infections in carp *Cyprinus carpio*. J. Fac. Agric., Kyushu Univ. 42, 113-119.

Gatlin III, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, k., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Kroghdahl, S., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., RichWilson, Wurtele, E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. Aquaculture Research. 38, 551-579. doi:10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x

Gawlicka, A., McLaughlin, L., Hung, S.S., De La Noüe, J. 1996. Limitations of carrageenan microbound diets for feeding white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, larvae. Aquaculture 141, 245-265.

Gong, Y., Sørensen, S.L., Dahle, D., Nadasabesan, N., Dias, J., Valente, L.M.P., Sørensen, M., Kiron, V. 2020. Approaches to improve utilization of *Nannochloropsis oceanica* in plant-based feeds for Atlantic salmon. Aquaculture 522, 735122. doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.735122.

González, A.E., Charles, M.B., Filho, J., Novoa, A. 2009. Seaweeds as sources of antioxidant phytochemicals. Revista Cubana de Plantas Medicinales 14.

Gupta, S., Cox, S., Rajauria, G., Jaiswal, A., Abu-Ghannam, N. 2010. Growth Inhibition of Common Food Spoilage and Pathogenic Microorganisms in the Presence of Brown Seaweed Extracts. Food and Bioprocess Technology 5, 1-10.

Hidalgo, F., Alliot, E. 1988. Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture 72, 115-129.

Ibañez, E., Herrero, M., Mendiola, J.A., Castro-Puyana, M. 2012. Extraction and Characterization of Bioactive Compounds with Health Benefits from Marine Resources: Macro and Micro Algae, Cyanobacteria, and Invertebrates, in Marine Bioactive

Compounds: Sources, Characterization and Applications (Hayes, M. ed) pp 55-98, Springer US, Boston, MA.

Imsland, A.K. D., Helmvig, T., Kristjánsson, G.O., Árnason, J. 2016. Effect of Fish Protein Replacement in Diets for Juvenile Turbot *Scophthalmus maximus*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 16: 267-273. DOI: 10.4194/1303-2712-v16_2_06

Ismail, M.M. 2019. Review on Seaweed as Supplement Fish Feed. Oceanogr. Fish Open Access J.; 11(2): 555808. DOI: 10.19080/OFOAJ.2019.11.555808

Jiménez-Escrig, A., Jiménez-Jiménez, I., Pulido, R., Saura-Calixto, F. 2001. Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds. Journal of the Science of Food and Agriculture 81, 530-534.

Krogdahl, A., Penn, M., Thorsen, J., Refstie, S., Bakke, A.M. 2010. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmonids. Aquaculture Research 41, 333-344.

Lee, J.K., Cho, S.H., Park, S.U., Kim, K.-D., Lee S.-M. 2003. Dietary protein requirement for young turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Aquaculture Nutrition 9, 283-286.

Leknes E., Imsland, A.K., Gústavsson, A., Gunnarsson, S., Thorarensen, H., Árnason, J. 2012. Optimum feed formulation for turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque, 1810) in the grow-out phase. Aquaculture 344-349, 114-119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.03.011>

Li, H., Liu, T., Wang, X., Wu, Z., Li, X., Sun, Y., Wang, Y. 2016. Effect of dietary green alga *Enteromorpha prolifera* in different formulations on growth of turbot *Scophthalmus maximus*. Fish. Sci. 35, 334-339.

Lu, Q., Yang, N., Wang, Z, Guo, Z. 2015. The effects of dietary *Enteromorpha prolifera* on the growth and non-specific immunity of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). J. Qingdao Agri. Univ. (Nat Sci) 32, 62-66.

Magnoni, L.J., Martos-Sitcha, J.A., Queiroz, A., Caldach-Giner, J.A., Gonçalves, J.F.M., Rocha, C.M.R., Abreu, H.T., Schrama, J.W., Ozorio, R.O.A., Pérez-Sánchez, J. 2017. Dietary supplementation of heat-treated *Gracilaria* and *Ulva* seaweeds enhanced acute hypoxia tolerance in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Biology Open 6, 897-908.

Mejri, S., Tremblay, R., Audet, C., Wills, P. S., Riche, M. 2021. Essential fatty acids in tropical and cold-water marine fish larvae and juveniles. Review. Front. Mar. Sci. 8: 680003; 1-15. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.680003>.

Metailler, R., Aldrin, J.F., Messenger, J.L., Mevel, G., Stephan, G. 1981. Feeding of European sea bass *Dicentrarchus labrax*: role of protein and energy source. J. World Maricul. Soc. 12, 117-118.

Michalak, I., Chojnacka, K. 2018. Introduction: Toward Algae-Based Products, in *Algae Biomass: Characteristics and Applications: Towards Algae-based Products* (Chojnacka, K., Wieczorek, P.P., Schroeder, G., Michalak, I. eds) pp 1-5, Springer International Publishing, Cham.

Mustafa, G., Wakamatsu, S., Takeda, T.A., Umino, T., Nakagawa, H. 1995. Effects of algae meal as feed additive on growth, feed efficiency, and body composition in red sea bream. *Fish Sci.* 61, 25-28.

Neveux, N., Magnusson, M., Maschmeyer, T., de Nys, R., Paul, N.A. 2015. Comparing the potential production and value of high-energy liquid fuels and protein from marine and freshwater macroalgae. *GCB Bioenergy* 7, 673-689.

Omont, A., Quiroz-Guzman, E., Tovar-Ramirez, D., Peña-Rodríguez, A. 2019. Effect of diets supplemented with different seaweed extracts on growth performance and digestive enzyme activities of juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. Appl. Phycol.* 31, 1433-1442.

Onofrejšová, L., Vašíčková, J., Klejdus, B., Stratil, P., Mišurcová, L., Kráčmar, S., Kopecký, J., Vacek, J. 2010. Bioactive phenols in algae: The application of pressurized-liquid and solid-phase extraction techniques. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 51, 464-470.

Peddie, S., Zou, J., Secombes, J. 2002. Immunostimulation in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) following intraperitoneal administration of Ergosan. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 86, 101-113.

Peixoto, M.J., Salas-Leitón, E., Pereira, L.F., Queiroz, A., Magalhães, F., Pereira, R., Abreu, H., Reis, P.A., Gonçalves, J.F.M., Ozório, R.O.A. 2016. Role of dietary seaweed supplementation on growth performance, digestive capacity and immune and stress responsiveness in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture Reports* 3, 189-197.

Peixoto, M.J., Ferraz, R., Magnoni, L.J., Pereira, R., Gonçalves, J.F., Calduch-Giner, J., Pérez-Sánchez, J., Ozório, R.O.A. 2019. Protective effects of seaweed supplemented diet on antioxidant and immune responses in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) subjected to bacterial infection. *Scientific Reports* 9, 16134.

Pereira, R., Valente, L.M.P., Sousa-Pinto, I., Rema, P. 2012. Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Algal Research* 1:1, 77-82.

Peres, M.H., Oliva-Teles, A. 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* 179:325-334.

Perez L, Gonzalez H, Jover, M., Fernandez-Carmona, J. 1997. Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. *Aquaculture* 156, 183-193.

Peso-Echarri, P., Frontela-Saseta C., González-Bermúdez C.A., Ros-Berruezo G.F., Martínez-Graciá, C. 2012. Polisacáridos de algas como ingredientes funcionales en acuicultura marina: alginato, carragenato y ulvano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 47, 3: 373-381. DOI 10.4067/S0718-19572012000300001

Rajendran, P., Subramani, P.A., Michael, D. 2016. Polysaccharides from marine macroalga, *Padina gymnospora* improve the nonspecific and specific immune responses of *Cyprinus carpio* and protect it from different pathogens. *Fish Shellfish Immunol.* 58, 220-228

Reyes-Becerril, M., Guardiola, F., Rojas, M., Ascencio-Valle, F., Esteban, M.Á. 2013. Dietary administration of microalgae *Navicula* sp. affects immune status and gene expression of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fish & shellfish immunology* 35, 883-889.

Rodríguez, J.L. 2011. Cultivo de rodaballo (*Scophthalmus maximus*). Fundación Observatorio Español de Acuicultura. Cuadernos de acuicultura 4, 43 pp. e-ISBN: 978-84-00-09290-0.

Roy, S.S., Pal, R. 2015. Microalgae in Aquaculture: A Review with Special References to Nutritional Value and Fish Dietetics. *Proceedings of the Zoological Society* 68, 1-8.

Singh, S., Kate, B.N., Banerjee, U.C. 2005. Bioactive Compounds from Cyanobacteria and Microalgae: An Overview. *Critical Reviews in Biotechnology* 25, 73-95.

Sony, N.M., Ishikawa, M., Hossain, M.S., Koshio, S., Yokoyama, S. 2019. The effect of dietary fucoidan on growth, immune functions, blood characteristics and oxidative stress resistance of juvenile red sea bream, *Pagrus major*. *Fish Physiology and Biochemistry* 45, 439-454.

Sotoudeh, E., Mardani, F. 2018. Antioxidant-related parameters, digestive enzyme activity and intestinal morphology in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry fed graded levels of red seaweed, *Gracilaria pygmaea*. *Aquac. Nutr.* 24, 777-785.

kjeremo, J., Defoort, T., Dehasque, M., Espevik, T., Olsen, Y., Skjak-Braek, G., Sorgeloos, P., Vadstein, O. 1995. Immunostimulation of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) using an alginate with high mannuronic acid content administered via the live food organism *Artemia*. *Fish Shellfish Immunol.* 5, 531-534.

Safavi, S.V., Kenari, A.A., Tabarsa, M., Esmaili, M. 2019. Effect of sulfated polysaccharides extracted from marine macroalgae (*Ulva intestinalis* and *Gracilariopsis*

persica) on growth performance, fatty acid profile, and immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Appl. Phycol. 31, 4021-4035. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01902-w>.

Tasende, M.G., Peteiro, C. 2015. Explotación de las macroalgas marinas: Galicia como caso de estudio hacia una gestión sostenible de los recursos. *Ambienta* 111, 116-132.

Valente, L.M.P., Gouveia, A., Rema, P., Matos, J., Gomes, E.F., Pinto, I.S. 2006. Evaluation of three seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture* 252, 85-91.

Vizcaíno, A.J. 2016. Evaluación de la harina de algas como ingrediente en piensos de peces marinos. Tesis doctoral. Universidad de Almería.

Wassef, E., El-sayed, A., M. Sakr, E. 2013. *Pterocladia* (Rhodophyta) and *Ulva* (Chlorophyta) as feed supplements for European seabass, *Dicentrarchus labrax* L., fry. *Journal of Applied Phycology* online.

Yaakob, Z., Ali, E., Zainal, A., Mohamad, M., Takriff, M.S. 2014. An overview: biomolecules from microalgae for animal feed and aquaculture. *Journal of Biological Research-Thessaloniki* 21, 6.