

GUÍA PARA

EL APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS DE PESCADO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS FUNCIONALES Y BIOACTIVOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



CECOPESCA

CENTRO TÉCNICO NACIONAL DE CONSERVACIÓN
DE PRODUCTOS DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA

GUÍA PARA

EL APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS DE PESCADO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS FUNCIONALES Y BIOACTIVOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



CECOPESCA

CENTRO TÉCNICO NACIONAL DE CONSERVACIÓN
DE PRODUCTOS DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA

Madrid, 2012



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-12-242-4 (papel)

Depósito Legal: M-39726-2012

NIPO: 280-12-181-8 (en línea)

PRÓLOGO

ANDRÉS HERMIDA TRASTOY

Director General de Ordenación Pesquera

En el marco del Plan de Acción de la Calidad de los productos pesqueros 2010-2012 impulsado por la Secretaría General de Pesca perteneciente al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, se ha elaborado esta Guía para el aprovechamiento de los subproductos de pescado para la obtención de productos funcionales y bioactivos.

Considero fundamental esta iniciativa encaminada a orientar a las empresas en aquellas iniciativas relacionadas con la búsqueda de nuevas aplicaciones para los subproductos generados en sus operaciones de producción, que permitan dotarlas de nuevos conocimientos para la mejora de su rentabilidad económica.

El desarrollo de esta Guía se ha orientado en presentar los diferentes usos que, en mayor o menor medida, poseen en la actualidad los subproductos de la pesca, bien por el aprovechamiento conjunto de un grupo de componentes moleculares, o bien por el aprovechamiento de una molécula o macromolécula concreta con una aplicabilidad definida.

Tengo la plena confianza de que el esfuerzo empleado en su elaboración se verá recompensado por el buen uso que de ella harán sus destinatarios: los productores, transformadores y comercializadores del sector pesquero.

ÍNDICE

Prólogo	p. 03
Índice	p. 05
1. INTRODUCCIÓN	p. 07
2. LEGISLACIÓN	p. 09
3. VALORIZACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS DE PESCADO	p. 13
3.1. Harinas y aceites de pescado	p. 14
3.2. Hidrolizados proteicos	p. 16
3.3. Colágeno	p. 19
3.4. Gelatina	p. 21
2.5. Ácidos grasos Omega 3	p. 23
3.6. Quitosano	p. 25
3.7. Condroitín sulfato	p. 27
3.8. Ácido hialurónico	p. 29
3.9. Escualeno	p. 31
4. ANEXOS	p. 33
4.1. Direcciones web de interés	p. 33
4.2. Patentes relacionadas	p. 34
4.3. Bibliografía	p. 36

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los diferentes eslabones de la cadena de valor de los productos pesqueros, desde su producción hasta el consumidor final, se genera una cantidad significativa de subproductos susceptibles de revalorización mediante el adecuado tratamiento.

El Reglamento 1069/2009 obliga a gestionar adecuadamente los subproductos no destinados a consumo humano, y define los subproductos animales como, cuerpos enteros o partes de animales, productos de origen animal u otros productos obtenidos a partir de animales, que no están destinados para el consumo humano, incluidos los oocitos, los embriones y el esperma;

La proteína de productos pesqueros empleada para consumo animal y piscícola se puede obtener por purificación de la fracción proteica eliminando los demás componentes en procesos de desengrasado y secado. Se trataría de harina de pescado. Frente a éstas, se encontrarían los hidrolizados proteicos de pescado, que se obtienen solubilizando la proteína liberando péptidos y aminoácidos libres que posteriormente pueden ser recuperados en forma sólida. Estos productos consiguen una mayor calidad nutricional y digestibilidad, respecto a las harinas.

Al margen del empleo de estos excedentes o subproductos pesqueros como fuente de proteína para alimentación animal o piscícola, existen otros usos potenciales, normalmente ligados a la aplicación en bienes de consumo humano de alguno de sus componentes que presentan un elevado valor biológico o funcional.

Un compuesto bioactivo es un compuesto químico que ejerce un efecto beneficioso para alguna función corporal del individuo, produciendo alguna mejora en su salud y bienestar, o reduciendo un riesgo de enfermedad. Una sustancia funcional es aquella que posee uno o más compuestos bioactivos en cantidad suficiente para que su efecto sea notorio.

El término funcional se aplica comúnmente a los alimentos que poseen algún componente bioactivo. Así, el concepto de que los alimentos pueden ser promotores de salud, más allá de su valor nutricional tradicional, es algo que está ganando cada vez más aceptación entre los profesionales de la salud y la nutrición y ha promovido una gran evolución en el sector alimentario, para intentar introducir este tipo de componentes en sus productos, o bien, explotar el valor de aquellos que los poseen de forma natural.

En este sentido, las declaraciones de propiedades saludables de los alimentos deben ser autorizadas por la Unión Europea que, a través del Reglamento (CE) nº 1924/2006,

estableció por primera vez normas para armonizar la utilización de las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables a nivel europeo. Así, las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables deberán realizarse cuando el efecto nutricional o fisiológico de un nutriente u otra sustancia objeto de la declaración sea científicamente probado, estando presente en una cantidad suficiente para producir los efectos beneficiosos indicados. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) valorará las conclusiones de los estudios científicos realizados para demostrar dichos efectos y, en su caso, incluirá los componentes en el listado de alegaciones de propiedades saludables de los alimentos, indicando la cantidad mínima que debe contener el alimento para que tal efecto pueda ser considerado y, por tanto, publicitado.

Esta legislación únicamente es aplicable a los alimentos, quedando fuera de su ámbito de aplicación los medicamentos y cosméticos. Así, hay que tener en cuenta que los compuestos bioactivos también pueden ejercer su efecto por otras vías distintas a la ingestión, como pueden ser la absorción por la piel o la inyección en la zona en la que se desea que ejerza su acción. En tales casos estaríamos considerando aplicaciones cosméticas, farmacológicas o médicas.

2. LEGISLACIÓN

La legislación aplicable a los subproductos de la pesca difiere en función de que sean o no destinados a consumo humano.

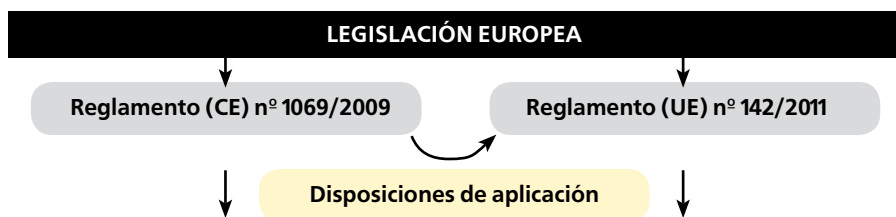
SUBPRODUCTOS ANIMALES NO DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO (SANDACH)

Estos subproductos son aquellos materiales que se generan en la producción primaria ganadera y en las industrias de transformación de los alimentos de origen animal y que, por motivos comerciales o sanitarios, no entran dentro de la cadena de alimentación humana.

Desde el 4 de marzo de 2011, en que quedó derogado el Reglamento (CE) 1774/2002, el marco legal comunitario aplicable a los SANDACH está constituido por el Reglamento (CE) n° 1069/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (UE) n° 142/2011, de la Comisión.

El Reglamento (CE) n° 1069/2009 establece normas en materia de salud pública y salud animal aplicables a los subproductos animales y los productos derivados, con el fin de prevenir y reducir al mínimo los riesgos para la salud pública y la salud animal que entrañan dichos productos, y, en particular, preservar la seguridad de la cadena alimentaria humana y animal.

El Reglamento (UE) n° 142/2011 establece las medidas de aplicación: de las normas de salud pública y de salud animal aplicables a los subproductos animales y los productos derivados dispuestas en el Reglamento (CE) n° 1069/2009, así como las relativas a determinadas muestras y artículos exentos de los controles veterinarios en los puestos de inspección fronterizos conforme se define en el artículo 16, apartado 1, letras e) y f), de la Directiva 97/78/CE.



- Regulación de la gestión de los subproductos animales desde el momento en el que se generan hasta su uso final, valorización o destrucción.
- Minimizar los riesgos para la salud pública y animal, la seguridad de la cadena alimentaria humana y animal, y la confianza de los consumidores, que puedan causar el uso indebido de ciertos subproductos animales.

LEGISLACIÓN NACIONAL

Real decreto 1429/2003



Establecimiento de las condiciones de aplicación de la normativa comunitaria sobre subproductos:

- Definición de la distribución de competencias entre distintos departamentos de la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas.
- Creación de la Comisión Nacional de Subproductos no destinados al consumo humano, como órgano colegiado interministerial y disciplinar.

Orden PRE/468/2008



Herramienta de gestión que define las líneas estratégicas de actuación para conseguir una aplicación eficaz de la normativa sobre subproductos.

Su base surge de las recomendaciones y conclusiones del estudio integral sobre la cadena de gestión de los subproductos, cuyo resultado se recoge en el Libro Blanco sobre los SANDACH.

Esta legislación está basada en el Reglamento (CE) n° 1774/2002 (derogado por el Reglamento (CE) n° 1069/2009) y actualmente está en proceso de modificación para adaptarse a la legislación europea vigente.

SANDACH DE LA PESCA



Alimentación animal



Partes de pescados que se consideren aptos para el consumo humano, de acuerdo con la normativa Comunitaria, pero que no se destinen a este fin por motivos comerciales.

Partes de pescados que hayan sido rechazadas por no ser aptas para el consumo humano, pero que no presenten ningún signo de enfermedad transmisible a los seres humanos o los animales y que procedan de canales que son aptas para el consumo humano de conformidad con la normativa comunitaria.

SANDACH derivados de la elaboración de productos destinados al consumo humano.

Antiguos alimentos de origen pesquero o que contengan productos de origen pesquero, que no sean residuos de cocina, que ya no están destinados al consumo humano por motivos comerciales o por problemas de fabricación o defectos de envasado o de otra índole que no supongan riesgo alguno para el ser humano ni para los animales.

Peces u otros animales marinos, con excepción de los mamíferos, capturados en alta mar para la producción de harina de pescado.

SANDACH frescos de pescado procedentes de instalaciones industriales que fabriquen productos a base de pescado destinados al consumo humano.

SUBPRODUCTOS ANIMALES DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS O COMPONENTES PARA CONSUMO HUMANO

En este caso deben ser tratados como materiales aptos para consumo humano y, por tanto, deben ser manipulados y procesados como tales, garantizando las condiciones de seguridad que establece la legislación aplicable.

- **El Reglamento (CE) nº 852/2004**

Establece normas generales destinadas a los operadores de empresa alimentaria en materia de higiene de los productos alimenticios, aplicándose a todas las etapas de la producción, la transformación y la distribución de alimentos y a las exportaciones, sin perjuicio de otros requisitos más específicos en materia de higiene alimentaria.

- **El Reglamento (CE) nº 853/2004**

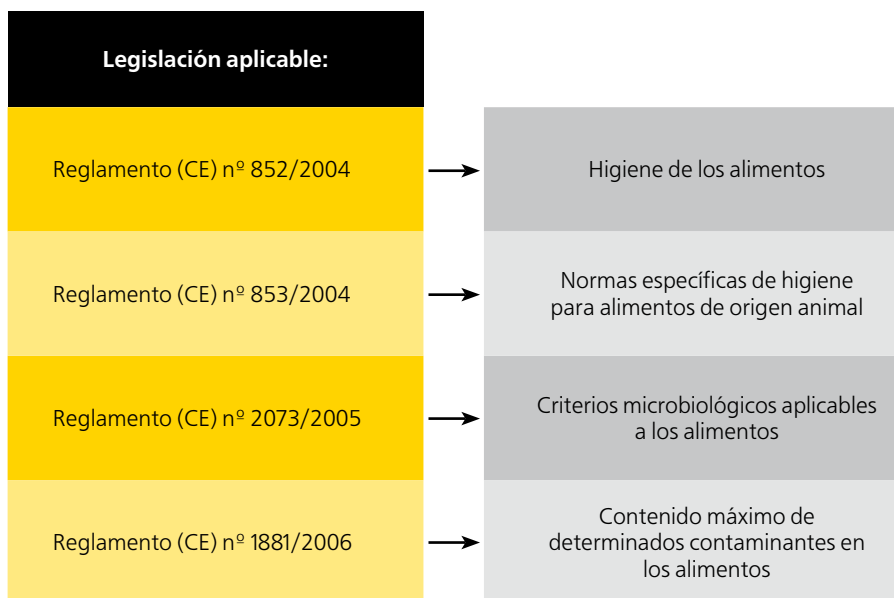
Complementa las medidas establecidas por el anterior, a través del establecimiento de normas específicas destinadas a los operadores de empresa alimentaria en materia de higiene de los alimentos de origen animal. Este Reglamento no es de aplicación a los alimentos que contengan tanto productos de origen vegetal como productos transformados de origen animal. No obstante, los productos transformados de origen animal utilizados en la preparación de tales productos deberán ser obtenidos y manipulados de conformidad con las disposiciones que se establecen.

- **El Reglamento (CE) nº 2073/2005**

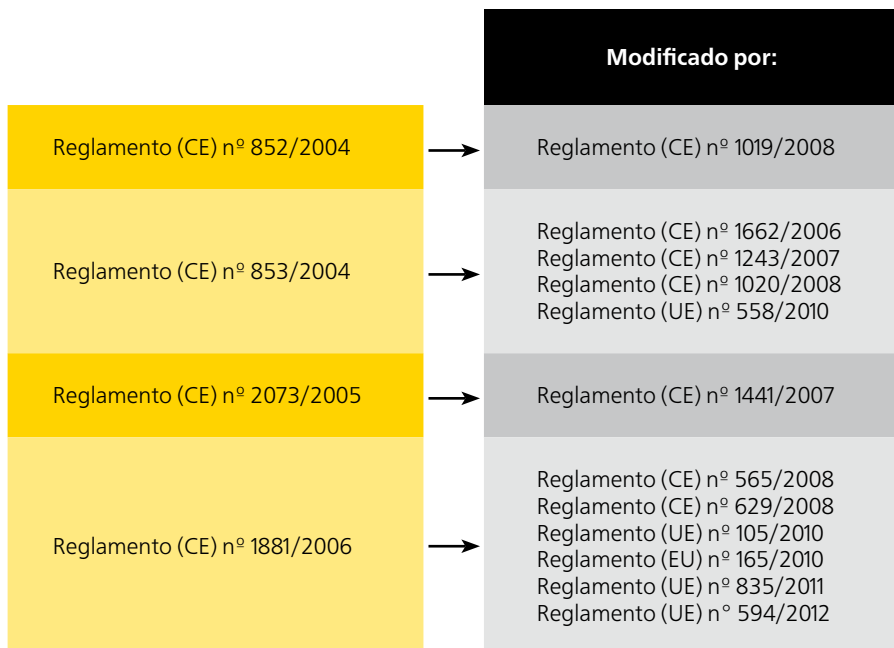
Establece los criterios microbiológicos para determinados microorganismos y las normas de aplicación que deben cumplir los explotadores de empresas alimentarias al aplicar las medidas de higiene generales y específicas contempladas en el artículo 4 del Reglamento (CE) no 852/2004. Asimismo, también establece que los explotadores de las empresas alimentarias velarán por que los productos alimenticios cumplan los criterios microbiológicos pertinentes establecidos en el anexo I de dicho Reglamento.

- **El Reglamento (CE) nº 1881/2006**

Fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.

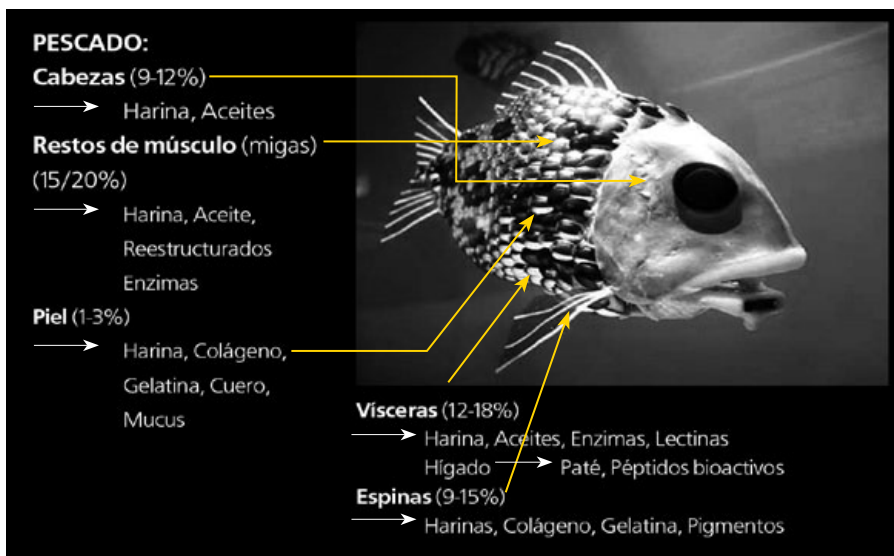


Estos Reglamentos han sufrido algunas modificaciones, que se citan a continuación:



3. VALORIZACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS DE PESCADO

Existen diversos usos potenciales de los distintos componentes que constituyen el pescado que no pertenecen a las partes comestibles empleadas en los circuitos comerciales más habituales.



A continuación se mostrarán los usos potenciales que, en función del conocimiento científico actual, pueden presentar algunos subproductos de la pesca, bien por el aprovechamiento conjunto de un grupo de componentes moleculares (proteínas, aceites), o bien por el aprovechamiento de una molécula o macromolécula concreta (colágeno, ácido hialurónico).

En algún caso, la funcionalidad como tal de estos componentes no está definida, si bien, al tratarse de un producto que puede aportar mayor valor añadido que las alternativas tradicionales de transformación de los subproductos de origen, ha sido considerada su mención en este apartado.

3.1. HARINAS Y ACEITES DE PESCADO

Estos productos están dedicados a la alimentación animal, por ello, los subproductos de origen son SANDACH. Se trata de productos cuyas características no los dotan de la consideración de productos funcionales, al estar tal denominación reservada casi exclusivamente al efecto que los componentes bioactivos causan en el organismo humano, al menos, por lo que se refiere a la acción derivada de su ingestión.

No obstante, dado que la fabricación de harinas y aceites de pescado para alimentación animal, es la principal vía de aprovechamiento de los subproductos de pescado que, tradicionalmente se ha aplicado, se considera interesante hacer mención a estos productos en esta guía, a pesar de que no cumplan con las características de aplicación de aquellos que deban ser recogidos en una guía para el aprovechamiento de subproductos de pescado con la finalidad de obtener compuestos funcionales y bioactivos.



DESCRIPCIÓN

- Proceso de valorización tradicional para los subproductos de pescado y de especies de bajo valor comercial.
- Permiten un aprovechamiento conjunto de todos los subproductos generados en la transformación del pescado, tanto crudos como cocidos.
- Gran demanda por parte de los fabricantes de piensos animales y acuícolas.
- El principal producto es la proteína (harina) pero en especies con más de un 3% de aceite, éste debe ser separado, obteniéndose un nuevo producto (aceite).
- La harina de pescado posee un contenido proteico del 60-75%, con un contenido elevado y equilibrado de los aminoácidos esenciales.
- El aceite supone una importante fuente de ácidos grasos Omega 3.

APLICACIÓN

- Componentes de piensos para alimentación animal y acuícola.
- Los principales productores de harinas y aceites de pescado son Chile, Perú, Dinamarca, Islandia y Noruega, siendo China y la UE los principales mercados.
- El crecimiento de la producción acuícola ha incrementado la demanda de estas materias, con el consiguiente aumento de precios.

MATERIALES DE ORIGEN

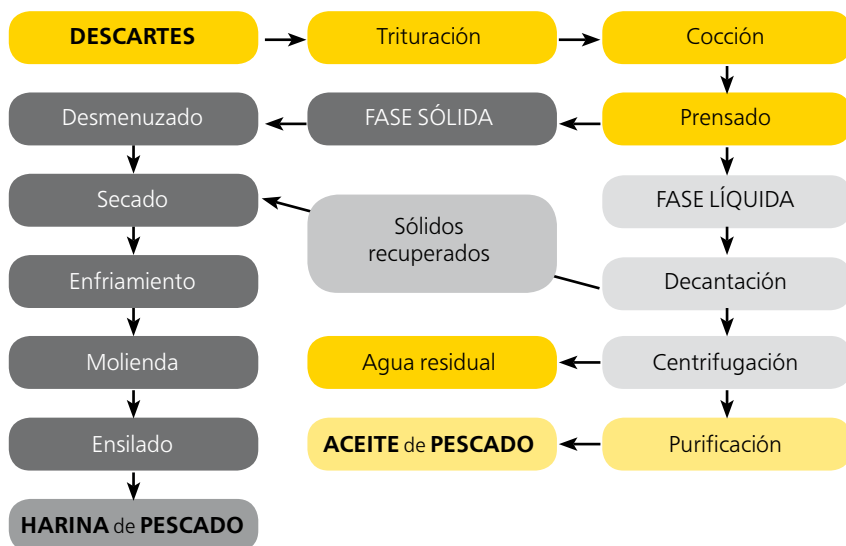
- Pescados enteros, partes de pescados o fracciones generadas en su procesamiento descartadas para el producto comercial, tales como cabezas, colas, pieles, espinas o vísceras.

PROCESO DE OBTENCIÓN

Fundamentalmente consiste en:

- Aplicación de calor para coagular las proteínas y separar el agua.
- Prensado para separar el sólido del líquido.
- Secado de la materia sólida y conversión en un material granulado.
- Separación del aceite de la fase líquida, purificación y refinado.

Diagrama de flujo del proceso de fabricación de harinas y aceites de pescado:



3.2. HIDROLIZADOS PROTEICOS

DESCRIPCIÓN

- Péptidos de diferentes tamaños originados por la hidrólisis de las proteínas.
- La hidrólisis se lleva a cabo mediante empleo de agentes químicos o enzimas.
- La hidrólisis enzimática presenta mejor control, mayor selectividad y condiciones menos drásticas, lo que permite un mayor valor nutricional del producto.
- La propiedad principal que define a un hidrolizado proteico es el grado de hidrólisis (% de enlaces peptídicos de la proteína original rotos).

El grado de hidrólisis depende de:

- Concentración de sustrato
- Relación enzima / sustrato
- Tiempo de hidrólisis
- pH
- Temperatura
- Tipo de enzima



APLICACIÓN

Los hidrolizados proteicos están incrementando su aplicación en usos específicos de la alimentación humana. Si bien, las proteínas lácteas y vegetales son las más empleadas, debido a la mayor disponibilidad (hay que tener en cuenta la gran demanda de proteína de pescado para la acuicultura), la proteína de pescado también puede ser empleada en este mercado.



La aplicabilidad de los hidrolizados proteicos dependerá del grado de hidrólisis:

Tipo de hidrolizado	Grado de hidrólisis	Aplicación
De bajo grado de hidrólisis	1-10%	Mejora de propiedades funcionales
De grado de hidrólisis variable		Flavorizantes
Extensivos	Más del 10%	Alimentación especializada (suplemento dietético o dieta médica)

Hidrolizados de bajo peso molecular

Propiedades

- Mejor funcionalidad que la proteína original.
- Mejor solubilidad, poder espumante y emulsificante.

Aplicación

- Fabricación de pasteles, helados y postres (espumantes).
- Fabricación de mayonesas, salchichas o helados (emulsificantes).
- Empleo en derivados cárnicos y productos bajos en grasas (absorbentes de aceite o agua).

Hidrolizados extensivos

Propiedades

- Elevada solubilidad (aplicación en alimentos líquidos).
- Mejor absorción gastrointestinal que las proteínas.

Aplicación

- Alimentación en circunstancias de falta de apetito (personas ancianas).
- Alimentación enteral o parenteral.
- Suplementación en dietas de gran demanda proteica (bebidas para deportistas).
- Aporte proteico en dietas hipocalóricas o con problemas de alergia alimentaria.
- Alimentación a enfermos con deficiente actividad gastrointestinal o con problemas hepáticos.

MATERIALES DE ORIGEN

- En general, cualquier subproducto generado en el procesado de especies comerciales, o partes enteras de especies con bajo valor comercial.

PROCESO DE OBTENCIÓN

- Hidrólisis enzimática en un reactor discontinuo.
- Tras la reacción se inactiva el enzima o se retira del medio.
- Separación de las fases sólida y líquida.
- Aislamiento del hidrolizado proteico de la fase líquida.

3.3. COLÁGENO

DESCRIPCIÓN

- El colágeno es una proteína fibrosa y el componente principal de las capas intercelulares o tejidos conjuntivos fibrosos.
- Constituye entre el 30 y el 60% del contenido de proteína total de los mamíferos y más del 30% del contenido total de materia orgánica.
- Promueve la coagulación de la sangre y proporciona firmeza y elasticidad a órganos y tejidos.

A medida que el individuo va envejeciendo, el colágeno va madurando, haciéndose más complejo, lo que disminuye su solubilidad y elasticidad. En función del grado de maduración, el colágeno se divide en:

- **Colágeno nativo neutro soluble**

Todavía en un bajo nivel de maduración. Se encuentra en muy poca proporción, por lo que no se extrae para usos industriales.

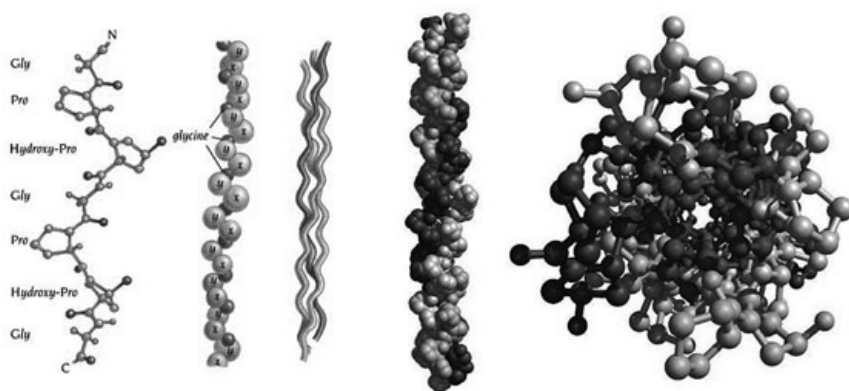
- **Colágeno nativo ácido soluble**

Se localiza en tejidos jóvenes.

- **Colágeno nativo insoluble**

Alto grado de maduración, alta insolubilidad.

Estructura del colágeno:



APLICACIÓN

- Productos cosméticos para el tratamiento de pieles rugosas producidas por una pérdida de elasticidad debida al envejecimiento
- Apósitos para heridas
- Complementos alimenticios para la prevención y tratamiento de problemas osteoarticulares

MATERIALES DE ORIGEN

- Los tejidos con mayor cantidad de colágeno en los subproductos son piel y huesos.
- Deben emplearse subproductos de la pesca crudos, puesto que el proceso de cocción produciría una hidrólisis del colágeno que, al hacerse soluble, se perdería en los efluentes de cocción.

PROCESO DE OBTENCIÓN

- **Solubilización del colágeno**

Dependiendo del grado de maduración se solubilizará con ácidos débiles, ácidos orgánicos fuertes o mediante tratamiento enzimático para desreticular la estructura, alcanzando así mayor rendimiento.

- **Aislamiento y purificación**

El colágeno disuelto es precipitado y, posteriormente se purifica mediante disolución y separación por diálisis.

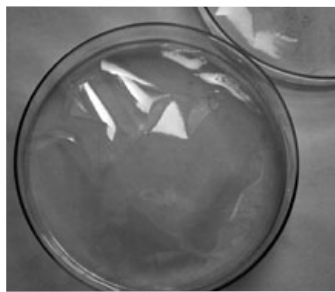
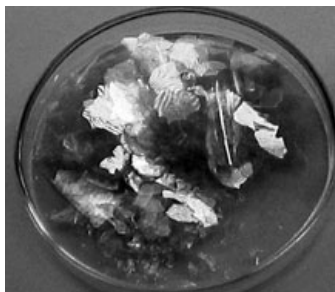
3.4. GELATINA

DESCRIPCIÓN

- La gelatina es una proteína coloidal soluble en agua, obtenida por hidrólisis controlada de colágeno. Para obtener gelatina es necesario romper los enlaces de la triple hélice del colágeno, de manera que pierde su estructura ordenada y las cadenas individuales se separan.
- Las disoluciones de gelatina son capaces de producir geles termorreversibles, encontrándose en fase líquida a altas temperaturas y en fase gel a bajas temperaturas.

Las gelatinas, como tales, no son consideradas sustancias funcionales. En algún trabajo se encontraron evidencias preclínicas y clínicas de la utilidad sobre la disfunción articular en mamíferos del empleo de hidrolizados de colágeno, obtenidos aplicando enzimas en la hidrólisis y llegando a un grado tal que el bajo peso molecular promedio del producto obtenido difícilmente permite que pueda ser considerado una gelatina.

No obstante, los diferentes usos que presentan las gelatinas en la industria alimentaria, farmacéutica o cosmética, le confieren un valor e importancia suficientes para ser incluida en este apartado de la guía.



APLICACIÓN

- Estabilizante y emulsionante en la industria alimentaria, en alimentos preparados como mermeladas, postres y sopas, además de helados y mezclas en las que intervienen aceites y agua.
- Excipiente de encapsulación en la industria farmacéutica y de complementos alimentarios.
- Fabricación de películas fotográficas, películas gráficas y películas de rayos X.
- Material soporte junto al que se implantan las células madre.

MATERIALES DE ORIGEN

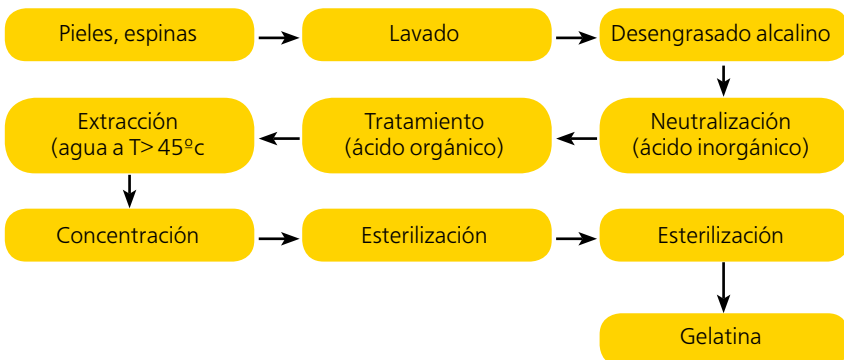
- Las pieles y los huesos son los subproductos que mayor contenido de colágeno presentan.
- Deben emplearse subproductos de la pesca crudos, puesto que el proceso de cocción produciría una hidrólisis del colágeno que, al hacerse soluble, se perdería en los efluentes de cocción.

PROCESO DE OBTENCIÓN

Esencialmente, el proceso consiste en tres etapas fundamentales:

- Separación del colágeno del resto de los componentes de la materia prima con la mínima alteración posible. Para ello existen tres tipos de tratamiento:
 - Alcalino: es el más agresivo y exige más tiempo de operación.
 - Ácido: es más suave y adecuado para subproductos de origen marino, pues presentan un colágeno con menor complejidad estructural que en el caso de los mamíferos.
 - Tratamiento enzimático: mayor especificidad y control del proceso implicando mayor coste de producción.
- Hidrólisis controlada del colágeno para su conversión en gelatina.
- Purificación y secado del producto final.

A continuación se muestra un posible proceso para la obtención de gelatina a partir de pieles de pescado:



3.5. ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3

DESCRIPCIÓN

- Los ácidos grasos omega 3 son ácidos grasos esenciales que se encuentran en alta proporción en los tejidos de ciertos pescados y en algunas fuentes vegetales. De ellos, los más importantes son el EPA y el DHA, que se obtienen casi exclusivamente de fuentes marinas.
- El consumo de ciertas cantidades de EPA y DHA es recomendado por las autoridades de salud y nutrición en todo el mundo (OMS; OPS; FAO), ya que ayuda a prevenir afecciones cardíacas, además de ofrecer numerosos beneficios para la salud.
- La cantidad y proporción de ácidos grasos Omega 3 en el pescado depende de muchos factores: edad y tamaño, época del año, temperatura del agua...
- Por lo general se encuentran en pescados azules (sardina, atún, caballa...) y, en menor cantidad, en pescados blancos (merluza, rape, bacalao...).



Ácidos grasos Omega 3.

Nombre común	Nombre según fórmula química	Nombre químico
Ácido alfa-linolénico (ALA)	18:3 (n-3)	octadeca-9, 12, 15-trienoico
Ácido estearidónico	18:4 (n-3)	octadeca-6, 9, 12, 15-tetraenoico
Ácido eicosatetraenoico	20:4 (n-3)	eicosa-8, 11, 14, 17-tetraenoico
Ácido eicosapentaenoico (EPA)	20:5 (n-3)	eicosa-5, 8, 11, 14, 17-pentaenoico
Ácido docosapentaenoico	22:5 (n-3)	docosa-7, 10, 13, 16, 19-pentaenoico
Ácido docosahexanoico (DHA)	22:6 (n-3)	docosa-4, 7, 10, 13, 16, 19-hexaenoico

APLICACIÓN

La principal aplicación de los ácidos grasos Omega 3 es como producto nutracéutico, debido a sus efectos beneficiosos para la salud.

- La forma de comercialización más común es en cápsulas de gelatina blanda.
- En los productos encapsulados del mercado se puede encontrar aceite procedente de especies que poseen alto contenido en EPA y DHA, o aceite procesado para aumentar la concentración de estos componentes por encima de su concentración natural.
- Adicionalmente, otro mercado que ha ido ganando terreno es el de suplementación con EPA y DHA de otro tipo de alimentos (panificados, productos lácteos, cereales, bebidas...).

MATERIALES DE ORIGEN

- Piezas enteras de organismos marinos (pescados azules, krill antártico)
- Subproductos generados en el fileteado de especies de pescado.

PROCESO DE OBTENCIÓN

- **Extracción del aceite de la matriz:**

Dependiendo del material de origen, puede realizarse una cocción para facilitar la extracción del aceite desde los tejidos. Posteriormente se suelen emplear operaciones físicas (prensado, centrifugación).

- **Refinado y purificación:**

Conjunto de operaciones cuyo objetivo es la eliminación de componentes indeseables, contaminantes o mejora de la calidad organoléptica del aceite. Entre estas operaciones tenemos el desgomado, desodorización, winterización, absorción, destilación.

- **Concentración:**

Esta operación es opcional y tiene como objetivo obtener un producto de mayor calidad. Suele hacerse por destilación a vacío y, previamente, los ácidos grasos son transformados en ésteres etílicos, para poder trabajar con temperaturas menos extremas. Esta operación se integraría en la secuencia de operaciones de refinado y purificación.

- **Estabilización y envasado:**

Dado que los ácidos grasos EPA y DHA se oxidan fácilmente, se suelen adoptar medidas para evitar el desarrollo de la rancidez oxidativa, como la adición de antioxidantes, envasado en una atmósfera protectora, encapsulamiento en cubiertas que los aislen del oxígeno, etc.

3.6. QUITOSANO

DESCRIPCIÓN

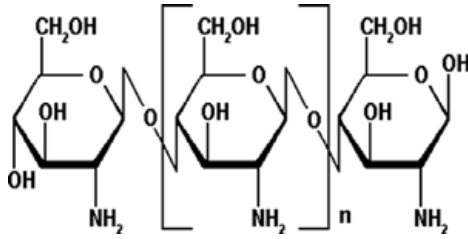
- Es un polisacárido natural, biodegradable y biocompatible, que se obtiene de la quitina, sustancia muy abundante en la naturaleza, la cual se encuentra en las paredes celulares de los hongos, el exoesqueleto de los artrópodos y algunos otros animales.
- La quitina tiene actividad antimicrobiana, inmunogénica, antitumoral, anticoagulante y cicatrizante pero su escasa solubilidad limita sus aplicaciones, superadas con la conversión a quitosano.
- La conversión de la quitina en quitosano implica un tratamiento químico (desacetilación). El grado de desacetilación mínimo para que una quitina sea considerada quitosano es un 65%.



APLICACIÓN

- Agricultura: recubrimiento de semillas, sistemas liberadores de fertilizantes, agente bactericida y fungicida.
- Medicina: gasas y vendajes, cremas bactericidas para el tratamiento de quemaduras.
- Tratamiento de aguas: coagulante primario para aguas residuales, floculante para la remoción de partículas coloidales sólidas y aceites de pescado, tratamiento de captura de metales pesados en soluciones acuosas.
- Cosméticos: fabricación de cápsulas "quitagrasas", agente hidratante para la piel, aditivo bactericida en jabones, pasta dental...
- Alimentación: aditivo alimentario y componente en cubiertas comestibles.
- Biosensores: soporte para la inmovilización de enzimas sensibles a un sustrato específico.

Estructura química de la quitina:



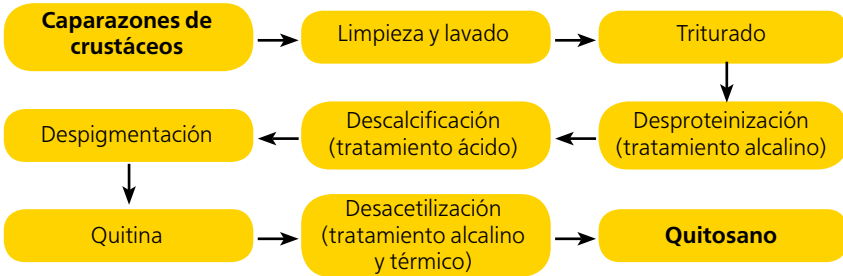
MATERIALES DE ORIGEN

- Caparazones de ciertos crustáceos, tales como gamba, cangrejo y camarón.

PROCESO DE OBTENCIÓN

- Obtención de quitina mediante desproteínización, descalcificación y despigmentación.
- Desacetilación de quitina

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso:



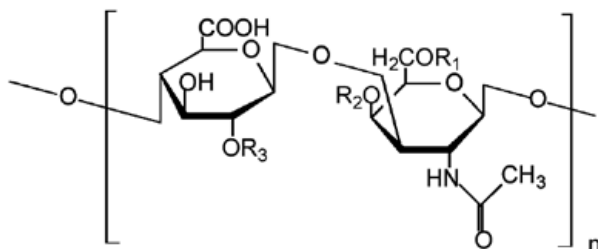
3.7. CONDROITÍN SULFATO

DESCRIPCIÓN

- El condroitín sulfato es un glucosaminoglucano sulfatado, una sustancia natural existente en tejidos de vertebrados e invertebrados, que se une a proteínas.
- Es muy soluble en agua cuando está puro, pero permanece insoluble al estar como proteoglicano.
- Se localiza principalmente en tejidos conectivos del cuerpo: cartilago, piel, vasos sanguíneos, ligamentos y tendones a los cuales les proporciona propiedades mecánicas y elásticas.



Estructura de la molécula de condroitín sulfato:



APLICACIÓN

- Tratamiento de artrosis: en humanos.
- Consideración de "Fármaco de acción sintomática lenta para el tratamiento de artrosis" en diversos países europeos y de "complemento nutricional" en Estados Unidos.
- La OMS lo cataloga como antiinflamatorio y antirreumático no esteroideo.
- Tratamiento de patologías articulares de animales.

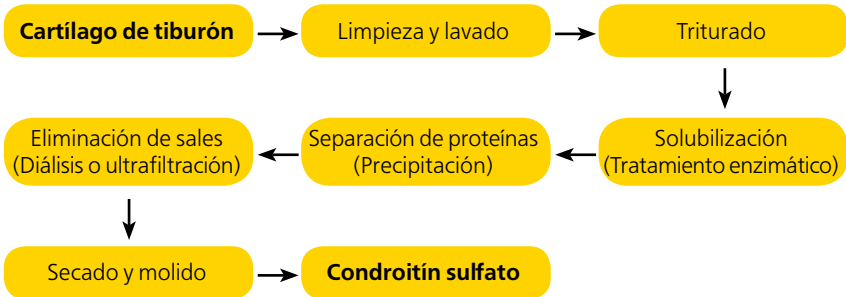
MATERIALES DE ORIGEN

- Cartílago bovino, porcino, aviar o marino. En el caso de fuentes marinas lo más usual es la obtención a partir de cartílago de tiburón, si bien hay estudios que plantean el uso de otras especies, como raya o esturión.

PROCESO DE OBTENCIÓN

- Solubilización.
- Aislamiento.
- Purificación.

Este sería el diagrama de flujo para su obtención a partir de cartílago de tiburón:



3.8. ÁCIDO HIALURÓNICO

DESCRIPCIÓN

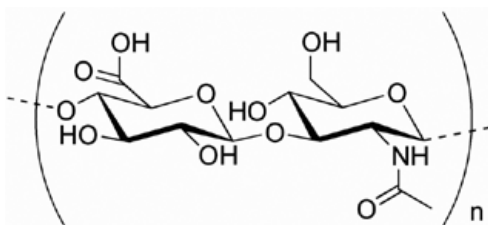
- El ácido hialurónico es un polisacárido que presenta función estructural (similar al condroitín sulfato).
- En seres humanos se localiza con una concentración importante en piel, articulaciones y cartílagos.
- Entre sus propiedades destacan su capacidad para retener agua, para desarrollar colágeno o como antiinflamatorio y lubricante de las articulaciones.



APLICACIÓN

- En cosmética: tratamientos para la hidratación de la epidermis
- En cirugía estética: material de relleno e implantes
- En medicina: tratamiento de artritis reumatoide.

Estructura de la molécula de ácido hialurónico:



MATERIALES DE ORIGEN

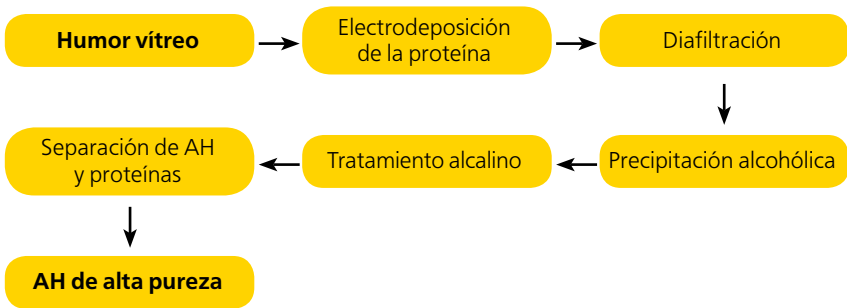
- Humor vítreo y líquido sinovial de ganado vacuno, crestas de gallos, aletas de tiburón.
- Humor vítreo de distintas especies de pescado, como tiburón, atún o gallineta.

PROCESO DE OBTENCIÓN

A partir de subproductos de origen marino, consiste en:

- Extracción.
- Purificación.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso para la obtención a partir del humor vítreo de peces:



3.9. ESCUALENO

DESCRIPCIÓN

- Es un hidrocarburo natural, intermediario en la biosíntesis del colesterol.
- Fortalece el sistema inmunitario, previene padecimientos cardíacos y posee propiedades antioxidantes.
- El hígado de tiburón contiene grandes cantidades y constituye la fuente más rica en escualeno. También se puede encontrar en el aceite de oliva, de germen de trigo y de salvado de arroz.



APLICACIÓN

- En medicina, como adyuvante en vacunas contra la gripe y paludismo.
- En cosmética, en cremas, lociones y esmaltes como humectante y emoliente.
- Alimentación: como agente antioxidante, reforzador del sistema inmune y reductor de niveles de colesterol.

MATERIALES DE ORIGEN

- Se obtiene a partir del aceite del hígado de ciertos pescados, fundamentalmente el tiburón.

PROCESO DE OBTENCIÓN

Consiste en:

- Extracción del aceite.
- Destilación a vacío.

4. ANEXOS

4.1. DIRECCIONES WEB DE INTERÉS

Empresas utilizadoras de subproductos de pescado

- Junca Gelatines S.L.
<http://www.miqueljunca.com/>
- Quimera Ingeniería Biomédica S.L.
http://www.pharmadiet.es/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=46
- Nutra Omega Biotecnologica Oleica S.L.
<http://www.nobomega.com/>
- Biomega Nutrición S.L.
<http://www.biomeganutricion.com/>

Bolsas de Subproductos

- Bolsa de subproductos (Cámaras de comercio): oferta y demanda de subproductos
<http://www.camaras.org/bolsasubproductos/>
- Bolsa de subproductos de Cataluña
www.subproductes.com
- APROEMA – Bolsa de subproductos de Galicia
http://www.aproema.com/bosga/ofertas_y_demandas

Otras páginas web de interés

- Libro Blanco sobre los SANDACH
<http://sandach.magrama.es/Publico/LibroBlanco.aspx>
- Red para la valorización biotecnológica de los productos y subproductos marinos (Proyecto BIOTECMAR)
<http://www.biotecmar.eu/>
- Búsqueda de invenciones
http://buscador.oepm.es/search?site=default_collection&client=oepm2A&output=xml_no_dtd&proxystylesheet=oepm2A&proxycustom=%3cHOME/

4.2. PATENTES RELACIONADAS

Obtención y/o purificación

- ES 2 039 625. Proceso para producir harina de pescado y/o aceite de pescado.
- ES 2 212 870 A1. Estabilización para la conservación y almacenamiento a temperatura ambiente de pieles y tejido conectivo de peces, y posterior producción de colágeno y/o gelatina.
- ES 2 166 636 T3. Procedimiento para preparar gelatina de pescado.
- ES 2 155 395 B1. Procedimiento de fabricación de gelatina de origen marino y producto así obtenido.
- ES 2 052 167. Proceso para la producción de gelatina a partir de pieles de pescado.
- ES 2 122 250 T3. Método para producir gelatina.
- ES 2 045 172. Procedimiento continuo de obtención de gelatina a partir de polvo de huesos y gelatina obtenida.
- ES 2 093 557 A1. Procedimiento de obtención de una solución altamente concentrada de gelatina hidrolizada exenta de olor y sabor desagradable.
- ES 2 272 071 T3. Aceite marino con bajo contenido en contaminantes.
- ES 2 073 936 T3. Estabilización de aceites marinos.
- ES 2 117 648 T3. Procedimiento de decoloración de un éster de ácido graso y composición alimenticia o cosmética que lo contiene.
- ES 2 288 791 A1. Procedimiento de obtención de un hidrolizado de colágeno. Hidrolizado enzimático de colágeno obtenible por el procedimiento y usos del mismo.
- ES 2 091 754. Purificación de aceite de pescado.
- ES 2 192 960 A1. Nuevo procedimiento de obtención de ácido hialurónico.
- ES 2 304 102 A1. Procedimiento de obtención de escualeno.

Aplicación

- ES 2 035 781. Alimentos de disolución progresiva para la nutrición de animales acuáticos y procedimiento para su preparación.
- ES 2 059 414. Un procedimiento para la preparación de colágeno y productos obtenidos.
- ES 2 114 924 T3. Procedimiento para la preparación de fibras de colágeno.
- ES 2 260 091 T3. Preparación de omega-3 bebible.
- ES 2 056 852. Un procedimiento para la extracción del éster etílico del ácido docosahexenoico a partir de aceites de pescado y composiciones farmacéuticas y/o dietéticas que contienen una mezcla de ésteres etílicos del ácido docosahexenoico y eicosapentenoico.
- ES 2 033 941. Procedimiento para la obtención de preparados de aceite de pescado microdispersos.
- ES 2 102 916 T3. Biopolímeros catiónicos.
- ES 2 314 376 T3. Un complemento alimentario adecuado para promover la absorción de hierro.
- ES 2 374 861 T3. Composiciones farmacéuticas que contienen antagonistas de bradiquinina y ácido hialurónico, y usos de los mismos.
- ES 2 209 632 A1. Complemento dietético, soluble, efervescente y alimenticio.
- ES 2 223 291 A1. Nuevo uso terapéutico de condroitín sulfato.
- ES 2 180 703 T3. Composiciones de vacunas para mamíferos que comprenden escualeno o escualano, un fosfolípido y un tensioactivo como adyuvante.
- A ES 2 233 955 T3. Adyuvantes para vacunas víricas.

4.3. BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad A, Moriguchi T, Salem N. Decrease in neuron size in docosahexaenoic acid-deficient brain. *Pediatr Neurol* 2002; 26: 210-218.
- Akabas S, Deckelbaum R. N-3 fatty acids: recommendations for therapeutic and prevention. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 1451-1462.
- Bang HO, Dyerberg J. Plasma lipids and lipoproteins in Greenlandic west coast Eskimos. *Acta Med Scand*. 1972 Jul-Aug;192(1-2):85-94.
- Berge GM, Storebakken T (1996) Fish protein hydrolysate in starter diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. *Aquaculture* 145: 205-212.
- Chang Y.Y., Chen S.J., (2004). Liang H.C., et al. The effect of galectin 1 on 3T3 cell proliferation on chitosan membranes. *Biomaterials*, 25, 3603.
- Cho S.M., Gub Y.S. and Kima S.B. (2005). Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) kin gelatin compared to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 19, 221-229.
- Davidson MH, Liebson PR. Marine lipids and atherosclerosis: a review. *Cardiovasc Rev Rep* 1986, 7(5):467-472.
- Derivatives. *J.M.S.Rev. Macromol. Chem. Phys.* 40(1): 69-83.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo del 19 de Noviembre de 2008 sobre los residuos.
- Dyerberg J, Bang HO, Hjerne N. Plasma cholesterol concentration in Caucasian Danes and Greenland West-coast Eskimos. *Dan Med Bull*. 1977 Apr;24(2):52-55.
- eyron JG. (1993). Intraarticular hyaluronan injections in the treatment of osteoarthritis: state-of-art review. *J Rheumatol*;20 Suppl 39;10-5.
- Ghorbel S, Souissi N, Triki-Ellouz Y, Dufossé L, Guérard F, Nasri M (2005) Preparation and testing of Sardinella protein hydrolysates as nitrogen source for extracellular lipase production by *Rhizopus oryzae*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 21: 33-38.
- Guadix A, Guadix EM, Páez-dueñas MP, González-Tello P, Camacho F (2000) Procesos tecnológicos y métodos de control en la hidrólisis de proteínas. *Ars Pharm.* 41: 79-89.
- Gudmundsson, M., & Hafsteinsson, H. (1997). Gelatin from cod skins as affected by chemical treatments. *Journal of Food Science*, 62, 37-47.

- Gylling H, Miettinen TA. Post absorptive metabolism of dietary squalene. *Atherosclerosis* 106: 169 – 178; 1994.
- Haug, I. J., Draget, K. I., & Smidsrod, O. (2004). Physical and rheological properties of fish gelatin compared to mammalian gelatin. *Food Hydrocolloids*, 18, 203-213.
- Helcke, T. (2000). Gelatin, the food technologist's friend or foe? *International Food Ingredients* 1, 6-8.
- Illum R. (1998). Chitosan and its use as a pharmaceutical excipient. *Pharm Res* 15: 1326-1331.
- Jenkins, K.J.; Emmonds, D.B.; Larmond, E. and Sauer, F.D. 1982. Soluble, partially hydrolysed fish protein concentrate in calf milk replacers. *Journal of Dairy Science* 65:784-792.
- Jin J., Song M., (2004). Hourston D.J. Novel chitosan-based films cross-linked by genipin with improved physical properties. *Biomacromolecules*, 5, 162.
- Jinjiang L., Zhenghe X. (2002). Physical characterization of a chitosan-based hydrogel delivery system. *Journal of Pharmaceutical Science*, 91, 1669.
- Kelly GS. Squalene and Its Potential Clinical Uses. *Altern. Med. Rev.* 4(1)29-36; 1999.
- Knothe G. "Structure Indices in FA Chemistry. How Relevant Is the Iodine Value?" *Journal of the American Oil Chemists' Society* 79 (9), 847-854 (2002).
- Kristinsson HG, Rasco BA (2000) Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.* 40: 43-81.
- Lawson L, Hughes H. Human absorption of fish oil fatty acids as triacylglycerols, free fatty acids, or ethyl esters. *Biochim Biophys Acta* 1998; 152: 328-335.
- Mackie, I.M. 1982. General review of fish protein hydrolysates. *Animal Feed Science and Technology*. 7: 113-124.
- Miettinen TA, Vanhanen H. Serum concentration and metabolism of cholesterol during rapeseed oil and squalene feeding. *Am J Clin Nutr.* 59:356 – 363; 1994.
- Montero P. and Gómez-Guillén M.C.. (2000). Extracting conditions for megrim (*Lepidorhombus boschii*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. *Journal Of Food Science* 65 (3): 434-438.
- Mukhin VA, Novikov VY, Ryzhikova LS (2001) A protein hydrolysate enzymatically produced from the industrial waste of processing Icelandic scallop *Chlamys islandica*. *Appl. Biochem. Microbiol.* 37: 292-296.

- Murado. MÁ., Montemayor, .M., López Cabo, M., González, M.P., Pastoriza L. 16 noviembre 2002 Preparación de ácido hialurónico a partir del humor vítreo de peces. N^o de registro: 2000102542 (2002).
- Palacios Fontcuberta, M. A. (2000). Productos de la pesca y la acuicultura. Nuevo enfoque de la calidad: "De la granja al tenedor". Alimentación, Equipos y Tecnología 19 (5): 149-157.
- Petrella R.J., Cogliano A., Decaria J. (2010). Comparison of avian and nonavian hyaluronic acid in osteoarthritis of the knee. Published Date Orthopedic Research and Reviews, 2010:2, 5 – 9.
- Plascencia-Jatomea M, Olvera-Novoa MA, Arredondo-Figueroa JL, Hall GM, Shira K (2002) Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. J. Sci. Food Agric. 82: 753-759.
- Sathivel S, Smiley S, Prinyawiwatkul W (2005) Functional and nutritional properties of red salmon (*Oncorhynchus nerka*) enzymatic hydrolysates. J. Food Sci. 70: 401-406.
- Sinclair HM. Deficiency of essential fatty acids and atherosclerosis, etcetera. Lancet, 1956 , 270:381-383.
- SINGH, D.K.; RAY, A.R. 2000. Biomedical Applications of Chitin, Chitosan and Their.
- Singla AK, Chawla M. (2001). Chitosan: Some pharmaceutical and biological aspects-an update. J Pharm Pharmacol; 53: 1047-1067.
- Skaugrud O. (1991). Chitosan – New biopolymer for cosmetics and drugs. Drug Cosmetic Ind; 148: 24-29.
- Slade, L.M. Y Huber, J.T. 1965. Substitution of fish flour protein for skim milk protein in milk replacers for the young calf. Journal of Dairy Science 48:788.
- Trevitt, C. R., Singh, P. N. (2003). Variant Creutzfeldt-Jakob disease: Pathology, epidemiology, and public health implications. American Journal of Clinical Nutrition, 78, 651S-656S.
- Triki-Ellouz Y, Ghorbel B, Soussi N, Kammoun S, Nasri M (2003) Biosynthesis of protease by *Pseudomonas aeruginosa* MN7 grown on fish substrate. World J. Microbiol. Biotechnol. 19: 41-45.
- Valenzuela A. Docosahexaenoic acid (DHA), an essential fatty acid for the proper development of the brain and visual function. Grasas y Aceites 2009; 60: 203-212.

- Wergedahl H, Liaset B, Gudbrandsen OA, Lied E, Espe M, Muna Z, Mork S, Berge RK (2004) Fish protein hydrolysates reduce plasma total cholesterol, increases the proportion of HDL cholesterol, and lowers acyl-CoA: cholesterol acyltransferase activity in liver of Zucker rats. *J. Nutr.* 134: 1320-1327.
- Zaldivar Larrain, F. J. Las harinas y aceites de pescado en la alimentación acuícola. En: Simposium internacional de Nutrición Acuícola (3 al 6 de septiembre del 2002. Cancún, México). Memorias. Eds. Cruz- Suárez, I. E.; Ricque- Maried, D.; Tapia- Salazar, M.; Gaxiola – Cortez, M.g.; Simoes, N. Cancún, México. p. 516- 52.
- Zaldivar Larrain, F. J. Las harinas y aceites de pescado en la alimentación acuícola. En: Simposium internacional de Nutrición Acuícola (3 al 6 de septiembre del 2002. Cancún, México). Memorias. Eds. Cruz- Suárez, I. E.; Ricque- Maried, D.; Tapia- Salazar, M.; Gaxiola – Cortez, M.g.; Simoes, N. Cancún, México. p. 516- 527.
- Zhou, P., & Regenstein, J. M. (2004). Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatin. *Journal of Food Science*, 69(5), C393-C398.

GUÍA PARA
EL APROVECHAMIENTO DE LOS
SUBPRODUCTOS DE PESCADO PARA
LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS
FUNCIONALES Y BIOACTIVOS