azti tecnalia Transforming Science into Business

www.azti.es

Guía de valorización de subproductos de la acuicultura

valacui

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Fundación Biodiversidad 20 AÑOS
PROGRAMA pleamar
Unión Europea
Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP)

Authors: Bruno Iñarra, Carlos Bald, David San Martín, Mikel Orive, Marta Cebrián & Jaime Zufía

Editado por: AZTI. © 2018

ISBN: 978-84-944022-5-8

Con la colaboración de la Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y la Acuicultura (PTEPA)

azti tecnalia Transforming Science into Business

PTEPA PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA

Como citar este documento: Iñarra, B., Bald, C., San Martín, D., Orive, M., Cebrián, M. & Zufía, J. (2018) Guía para la valorización de subproductos de la acuicultura. AZTI, Derio, España. 44 páginas.

valacui

Estrategias innovadoras para la valorización de residuos de la acuicultura

Este proyecto cuenta con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica, a través del Programa Pleamar del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Fundación Biodiversidad 20 AÑOS

PROGRAMA pleamar

Unión Europea

Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP)

PRESENTACIÓN DE LA GUÍA

Esta guía se obtiene como resultado del proyecto #VALACUI "Estrategias innovadoras para la valorización de residuos de la acuicultura" que cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica, a través del Programa Pleamar del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca. El proyecto tiene como objetivo fomentar una acuicultura sostenible y el uso eficiente de los recursos mediante la promoción de la innovación y la transferencia de conocimiento en el ámbito de la valorización de los subproductos de la acuicultura.

En los últimos años se han venido realizando diversas iniciativas y estudios encaminados a facilitar al sector acuícola español las herramientas necesarias para mejorar su sostenibilidad ambiental y económica. Así, el "Plan Nacional de Cultivos Marinos" a través de JACUMAR (Junta Asesora de Cultivos Marinos), promovió el estudio para la aplicación de "Técnicas de minimización, tratamiento y aprovechamiento de residuos de Acuicultura" cuyo objetivo fue facilitar el Desarrollo Sostenible del sector acuícola. Este Plan tuvo como uno de los principales entregables la elaboración de una "Guía de Minimización de Residuos de Acuicultura", publicada en 2008 y que recogía las principales conclusiones y recomendaciones para la aplicación de medidas concretas en las instalaciones que permitieran reducir la generación de residuos en origen. También fueron identificadas y evaluadas distintas opciones para el aprovechamiento y valorización de algunos de estos residuos.

Posteriormente, en 2017, se ha realizado una actualización de esta Guía con el fin de obtener una información de base más realista y ajustada a la evolución y situación actual del sector. Sin embargo, el nivel de implantación de muchas de las posibles medidas de valorización de subproductos establecidas en dicho plan es todavía bajo y, por otro lado, es necesario continuar trabajando en el establecimiento de herramientas que permitan al sector, la puesta en marcha efectiva de sistemas de valorización de los subproductos no evitables. Así lo recoge también el Observatorio Español de Acuicultura que ha elaborado el Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020 que entre sus líneas estratégicas refleja la necesidad de mejorar la información existente para la valorización y el aprovechamiento de los residuos acuícolas.

En este contexto, la presente guía pretende ayudar a cubrir esta demanda facilitando el acceso a la información relativa a las opciones de valorización de los subproductos de acuicultura, así como ayudando a su priorización en los distintos escenarios existentes.

OBJETIVO DE LA GUÍA

El objetivo de esta guía es acercar a los agentes de la cadena de valor de la acuicultura las opciones de valorización existentes para el mejor aprovechamiento de sus subproductos y así fomentar una acuicultura sostenible. De esta forma se pretende fomentar el uso eficiente de los recursos mediante la promoción de la innovación y la transferencia de conocimiento en el ámbito de la valorización de los subproductos de la acuicultura.

Para ello se ha realizado una exhaustiva revisión de las distintas opciones de valorización de subproductos de la cadena de valor de la acuicultura, así como estrategias innovadoras para su valorización. Además, se han evaluado los condicionantes que influyen en la selección de una u otra opción en función del caso de estudio abordado. Existe una amplia gama de posibilidades para valorizar los subproductos de la acuicultura, sin embargo, no todas las soluciones son de interés para la acuicultura ni para todos los casos de estudio.

Se ha recopilado y analizado información sobre el estado de la técnica de más de 30 procesos de valorización, incluyendo aspectos relacionados con la complejidad técnica, las aplicaciones del producto, su mercado potencial, los aspectos económicos del proceso o los aspectos legales. Esta extensa revisión de los usos de los subproductos de la acuicultura se ha realizado en base a búsquedas bibliográficas, conocimientos previos, experiencias actuales y trabajos realizados con anterioridad.

La selección de la opción más adecuada puede requerir la evaluación simultánea de muchos parámetros o factores técnicos, de mercado y económicos. La recopilación de los datos necesarios y los estudios posteriores pueden llevar mucho tiempo y ser costosos.

Por esta razón y con el objetivo hacerla más amigable, esta información detallada se ha resumido en unas fichas de valorización, anexadas a esta guía. Cada ficha contiene información básica sobre la opción de valorización y sus productos, y también una evaluación para esta opción específica de los aspectos críticos que influirán en la viabilidad de su implementación.

Además, se propone y describe una metodología simplificada para la selección de los posibles usos para los subproductos de la cadena de valor de la acuicultura en diferentes escenarios.

¿A QUIÉN VA DIRIGIDA ESTA GUÍA?

Los resultados expuestos en esta guía, así como la metodología descrita para la priorización de opciones de valorización de subproductos de la acuicultura pueden ser de interés para:

- Empresas de acuicultura.
- Empresas de transformación de productos de acuicultura.
- Empresas de valorización de subproductos de la cadena de valor de la acuicultura y pesca.
- Centros de investigación y transferencia tecnológica.
- Administraciones locales y estatales implicadas en la gestión de residuos y economía circular.
- Legisladores que puedan promover la implantación de soluciones y estrategias de valorización.

Los resultados de esta guía se pueden aplicar a cualquier área geográfica evaluando el escenario particular o caso de estudio para la priorización de opciones de valorización.

INTRODUCCIÓN

La producción acuícola lleva a nivel mundial un crecimiento exponencial, hasta el punto de que desde 2012 superó en volumen a la pesca extractiva suponiendo en 2016 más del 54 % de la producción total. La producción mundial de acuicultura 2016 superó los 110 millones de toneladas, con un valor de más de 194.778 millones de euros.

La producción de acuicultura de la Unión Europea se ha mantenido más o menos constante desde 2000 y en 2016 fue mayor de 1,2 millones toneladas, con un valor de 3.729 millones de euros.

España es el Estado miembro de la UE con un mayor volumen de producción en acuicultura con 283.831 toneladas en 2016 (22,1 % del total de la UE) lo que supuso más de 449 millones de euros, por lo que el mantenimiento de la sostenibilidad de este sector es de vital importancia para garantizar su crecimiento y expansión en el futuro.

Además, la acuicultura es uno de los sectores de producción de alimentos con mayor capacidad de crecimiento para mantener la proporción de pescado en la dieta mundial debido al estancamiento de la pesca extractiva.

Los principales productos de acuicultura de España son los moluscos y los peces, siendo la producción de crustáceo muy baja y la de las algas casi inexistente (Figura 1). Así, como muestra la Tabla 1, las principales especies producidas en 2016 fueron el mejillón (*Mytilus spp,* 215.855 t), seguido por la lubina (*Dicentrarchus labrax,* 23.445 t), la trucha arco iris (*Onchorynchus mykiss,* 17.732 t) y la dorada (*Sparus aurata,* 13.740 t).

La Comunidad Autónoma con mayor producción acuícola es Galicia con más del 79 % de la producción global en España, gracias al cultivo de mejillón. A continuación, se sitúan Comunidad Valenciana, Región de Murcia, Andalucía, Cataluña, Canarias y Castilla y León (Tabla 2).

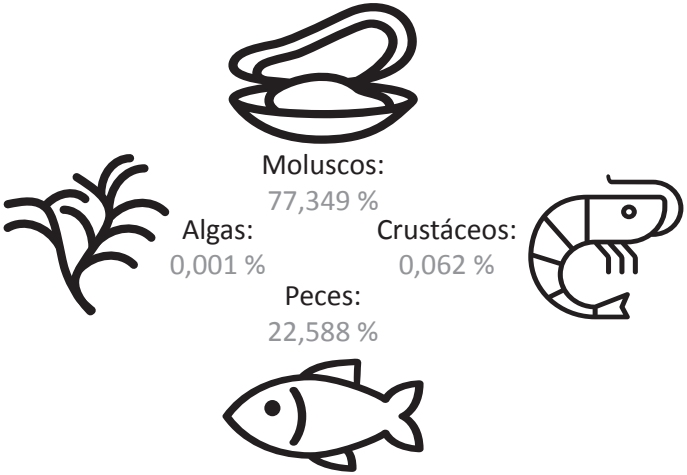


Figura 1: Distribuición de los productos de acuicultura en España (Fuente: MAPA).

Tabla 1: Principales especies de acuicultura en España en los años 2014-2017 (Fuente: MAPA).

	2014	2015	2016	2017
Mejillón	79,0 %	81,2 %	79,4 %	79,4 %
Lubina o róbalo	5,3 %	6,2 %	8,0 %	6,1 %
Dorada	5,3 %	4,6 %	4,2 %	3,8 %
Trucha Arco Iris	4,6 %	2,9 %	2,3 %	3,7 %
Rodaballo	2,6 %	2,2 %	2,4 %	2,5 %
Atún rojo	1,3 %	1,4 %	1,5 %	2,0 %

Tabla 2: Distribución por comunidades autónomas de las principales especies de acuicultura en España en 2016.

Especie\CAA	Galicia	Comunidad Valenciana	Región de Murcia	Andalucía	Cataluña	Canarias	Castilla y León
Mejillón	97,4 %	0,4 %	0,0 %	0,6 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %
Lubina	0,0 %	17,9 %	32,7 %	23,0 %	1,3 %	25,1 %	0,0 %
Trucha	18,7 %	0,0 %	0,0 %	11,9 %	11,6 %	0,0 %	33,3 %
Dorada	0,0 %	40,9 %	24,5 %	11,7 %	4,8 %	18,1 %	0,0 %
Rodaballo	98,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Atún rojo	0,0 %	0,0 %	30,1 %	8,5 %	61,4 %	0,0 %	0,0 %
% del total	79,2 %	4,2 %	4,0 %	3,8 %	3,0 %	2,7 %	1,7 %

La actividad acuícola implica la utilización de una serie de recursos en forma de agua, energía, materiales auxiliares y/o envases y embalajes. A su vez, la producción acuícola genera una salida de materiales en forma de rechazos, residuos, vertidos y/o emisiones, a las que hay que hay que añadir la mortandad de los individuos acuícolas que se sitúa en aproximadamente un 4 % de la producción.

Por otro lado, la creciente demanda por parte del mercado de nuevos formatos de comercialización de los productos acuícolas ha supuesto un aumento de la transformación de dichos productos, tanto en fresco como en congelado, tendencia que se espera que se mantenga en el futuro. Actualmente, aproximadamente el 5 % de los peces, el 40 % de los moluscos y el 90 % de los crustáceos asociados a actividades acuícolas son transformados, bien mediante un fileteado en el caso de los peces, una cocción y desconchado en el caso de los moluscos o un pelado/desmigado en el caso de los crustáceos. Así, del total del peso de un pez de acuicultura, se aprovecha aproximadamente el 45 % del mismo una vez transformado, dependiendo de la especie, por lo que el 55 % restante pasa a formar parte de la fracción subproducto. En el caso de los crustáceos, el caparazón, incluida la cabeza, constituye más del 60 % de peso del animal por lo que solo se puede aprovechar el 40 % del mismo. Finalmente, en el caso de los moluscos, la concha supone aproximadamente el 30 % del peso del animal por lo que se aprovecha el 70 % de la carne.

En consecuencia, un aumento en la producción acuícola conlleva un aumento en la generación de residuos y subproductos asociado a la acuicultura que es necesario gestionar de manera correcta. No obstante, la falta de infraestructuras necesarias y las dificultades técnicas para una correcta gestión de dichos residuos supone un creciente problema ambiental, económico y de cumplimiento de la legislación por parte de las actividades acuícolas.

Esta guía de valorización de los subproductos de la acuicultura tiene como objetivo ofrecer una metodología sencilla para poder identificar, seleccionar y priorizar las opciones de valorización que más se ajusten a la tipología de subproductos que se pretende valorizar y a cada escenario de generación.

De esta forma se logrará fomentar una acuicultura sostenible y el uso eficiente de los recursos, lo que permitirá reducir la huella ambiental de los productos de la acuicultura, facilitando una futura adopción de sellos de certificación relacionados con la sostenibilidad.

OPCIONES DE VALORIZACIÓN

Existen un elevado número de opciones de valorización para los subproductos de la acuicultura para la obtención de productos de valor. Sin embargo, el número de parámetros que condicionan la selección de una u otra opción de valorización en función del caso de estudio es muy elevado.

En primer lugar, se puede aplicar un esquema de priorización estándar para la valorización de los subproductos alimenticios siguiendo la jerarquía de opciones de valorización de la Directiva marco sobre residuos del Parlamento Europeo (2008)[1] , como se muestra en la Figura 1. En ella, la primera opción es siempre la prevención y la reducción de la generación de subproductos lo que en la acuicultura está ligado a unas buenas prácticas. La segunda opción es mantener el subproducto en la cadena alimentaria mediante la comercialización de las fracciones de bajo valor, la producción de ingredientes alimentarios o la obtención de biomoléculas de alto valor que pueden ser de uso en la industria nutraceútica, cosmética o farmacéutica. En tercer lugar, se encuentra la alimentación animal, que en el caso de producto de la acuicultura se refiere a la producción de harina y aceite de pescado que se utilizan principalmente para la acuicultura. Este es el uso más común de los subproductos de pescado, y es una opción directa para el tratamiento de los subproductos de la acuicultura cuando hay una instalación cercana disponible.

En algunos casos, otras soluciones de menor valor como la producción de energía, el compostaje o la incineración pueden ser tenidos en cuenta como opciones de valorización. Por último, se encuentra el envío de los subproductos a vertedero, solución que no puede considerarse como valorización.

En la Tabla 3 se indican las principales opciones de valorización de productos de acuicultura y de la pesca. Sin embargo, no todas estas opciones son aplicables a los subproductos de la acuicultura o presentan una viabilidad adecuada.

[1] Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas

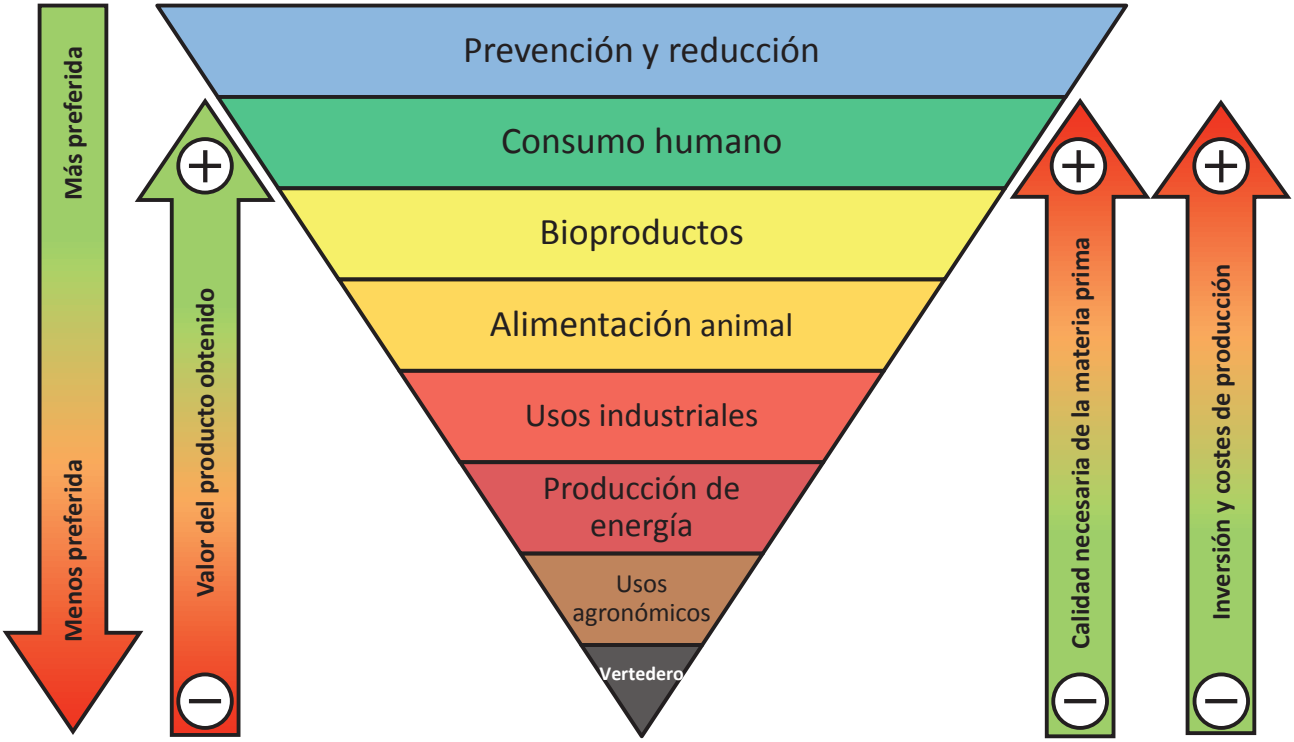


Figura 2: Priorización estándar de las opciones de valorización de subproductos alimentarios.

Tabla 3: Principales opciones de valorización de subproductos de acuicultura o fracciones de bajo valor.

Categoría de producto	Opciones de valorización
ALIMENTACIÓN HUMANA	Nuevos productos de pescado
	Surimi
	Pulpa de pescado
	Aromas
	Caldos
	Gelatina
	Agentes de textura
BIOPRODUCTOS	Péptidos bioactivos
	Quitina / quitosano
	Condroitín sulfato
	Colágeno
	Gelatina
	Pigmentos (Astaxantina)
	Enzimas
	Vitaminas liposolubles
	Ácido hialurónico
	Insulina
	Minerales
	Peptonas
	Fosfolípidos
	Ácidos grasos poliinsaturados
	Protamina
	Esteroles
	Glucógeno
	Conchina
ALIMENTACION ANIMAL	Harina de pescado
	Aceite de pescado
	Harina de crustáceos
	Alimentación de animales de peletería
	Cebo
	Concentrado de proteínas
	Hidrolizado de proteínas
	Ensilado
	Sustrato para crecimiento de insectos
	Concha Molida
USOS INDUSTRIALES	Cuero
	Aceite de pescado
	Minerales
	Quitina / quitosano
	Esencia de perla
ENERGÍA	Biogás
	Biodiesel
USOS AGRONOMICOS	Fertilizantes
	Compost
	Enmiendas

El concepto de biorrefinería

La biorrefinería es el proceso integrado que transforma de forma sostenible una materia prima de origen biológico (animal o vegetal) en un espectro de productos comercializables (alimentos, piensos, materiales, productos químicos y/o energía). Muchos de los procesos descritos de valorización de subproductos de la acuicultura son susceptibles de ser obtenidos conjuntamente en un esquema de biorrefinería. Por ejemplo, cuando se fabrica un producto alimentario, se realiza un primer paso de biorrefinería cuando la carne de pescado se separa de las vísceras, cabezas y espinas que se pueden procesar para obtener otros productos de alto valor.

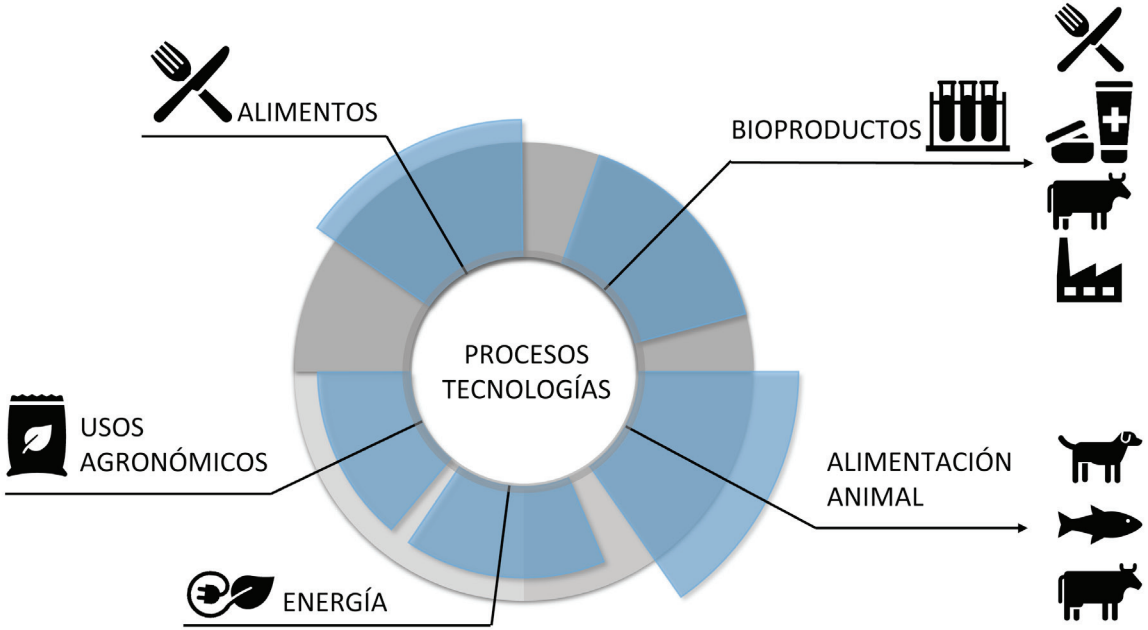


Figura 3: Concepto de biorrefinería.

El esquema de biorrefinería más simple es la obtención de harina y aceite de pescado donde, al utilizar un buen sistema de recuperación de aguas de cola, toda la materia prima tratada da lugar a productos comercializables. En la Figura 4 se muestra un esquema de proceso simplificado, en resumen, la materia prima (subproductos de pescado) se trata térmicamente y la proteína y el aceite coagulados se separan y se recuperan.

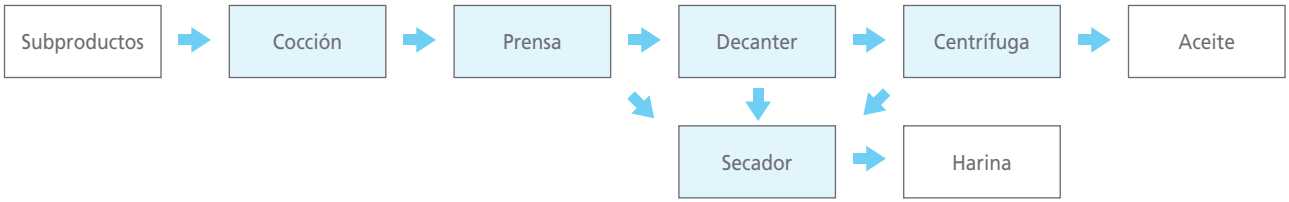


Figura 4: Esquema simplificado de la producción de harinas y aceites de pescado.

Otro proceso que se puede considerar como un esquema de biorrefinería simple es la producción de concentrados de proteína (FPC, de sus siglas en inglés *Fish Protein Concentrate,* Figura 5). En este proceso se realiza una extracción con disolvente del aceite del pescado que se recupera por un lado y por el otro se obtiene el FPC.

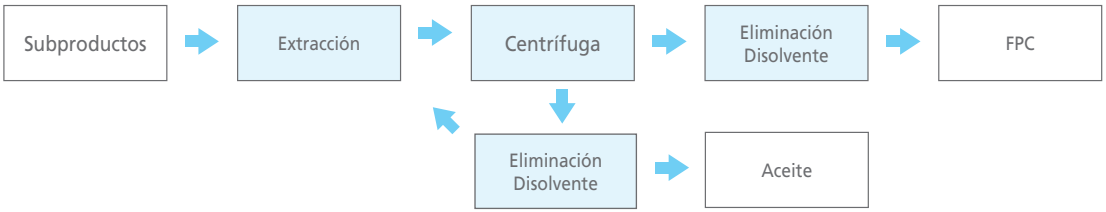


Figura 5: Esquema simplificado de la obtención de un concentrado de proteína.

Un proceso más complejo es la obtención de hidrolizados de proteína de pescado. En este proceso las materias primas a valorizar se someten a un proceso de hidrólisis, que puede ser química o enzimática. Tras este proceso se recuperan tres fracciones, las espinas, el aceite y el hidrolizado de proteína (Figura 6).

Este proceso a su vez se puede acoplar a otros procesos de valorización. Como obtención de minerales a partir de la fracción de espinas, el fraccionamiento de los hidrolizados, cuando la hidrólisis es muy intensiva, mediante procesos de membranas para la obtención de pepsina y peptonas, o el fraccionamiento de los aceites para la recuperación de ácidos grasos poliinsaturados si estos están presentes en cantidades interesantes.

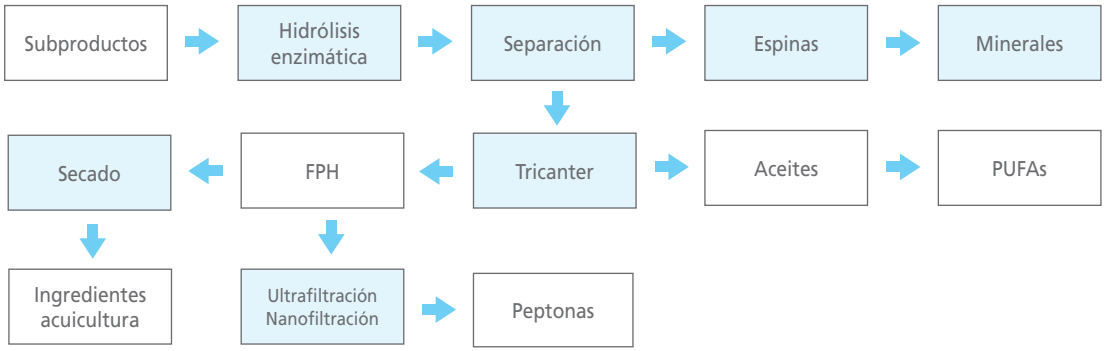


Figura 6: Esquema simplificado de la obtención de distintos productos en un esquema de biorrefinería.

CÓMO SELECCIONAR UNA OPCIÓN DE VALORIZACIÓN

A la hora de seleccionar una opción de valorización para un escenario concreto, el estudio debe abordar todos los condicionantes críticos que pueden influir en la viabilidad técnica, económica y ambiental de la solución. Estos se pueden agrupar en cuatro categorías principales:

- Aspectos relacionados con el escenario de estudio.
- Parámetros técnicos.
- Aspectos del mercado.
- Parámetros económicos.

Los aspectos relacionados con el escenario de estudio son aquellos que dependen de la localización geográfica en la que se realice la evaluación:

- Variabilidad y dispersión de las empresas de acuicultura.
- Características de los subproductos generados.
- Disponibilidad de almacenamiento, conservación y otras instalaciones, equipos, logística, etc.
- Existencia de infraestructuras.
- Posibles sinergias con otros procesos o subproductos.

Los parámetros técnicos son aquellos relacionados con la viabilidad técnica de una solución, tales como:

- Madurez del proceso o tecnología.
- Rendimiento, calidad y pureza del producto obtenido.
- Disponibilidad de tecnología y equipamiento a escala industrial.

Aspectos del mercado, son los parámetros relacionados con la venta del producto obtenido:

- Cumplimiento de las normativas sanitarias, medioambientales y otras específicas para cada uso.
- Existencia de potenciales clientes interesados.
- Demanda de mercado del producto y aceptación del consumidor.
- Suficiente calidad y volúmenes de producto para satisfacer la demanda.

Los aspectos económicos son los factores que afectan la viabilidad económica de la solución, tales como:

- Volumen mínimo de materia prima para la producción sostenible.
- Coste de inversión.
- Coste de procesado.
- Valor final / precio del producto.
- Coste / beneficio esperado.

En muchos casos, es casi imposible recopilar toda la información necesaria para evaluar correctamente todas las opciones, y este tipo de estudios resultan caros y requieren mucho tiempo.

Por esta razón, para la realización de una primera evaluación en los diferentes casos de estudio, se presenta una metodología simplificada para facilitar el procedimiento de selección.

Metodología simplificada para la selección de opciones

Una vez analizadas las distintas opciones de valorización susceptibles de ser empleadas para los distintos subproductos se ha procedido a definir una metodología simplificada que facilite la priorización de las opciones de valorización en base al escenario de estudio.

Una de las limitaciones a tener en cuenta es la reglamentación aplicable. Los distintos reglamentos para productos animales destinados a la elaboración de productos o ingredientes para consumo humano establecen los criterios de higiene de los productos alimenticios, las normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal, los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, así como el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Estos se deben seguir si se desea destinar alguna fracción a consumo humano, evitando así su clasificación como subproducto. De este modo existe la posibilidad de recuperar el mayor valor posible.

Sin embargo, en algunos casos la legislación no permite que algunas fracciones se destinen al consumo humano. Así, el Reglamento (CE) nº 1069/2009[2], establece tres categorías para subproductos animales no destinados a consumo humano (SANDACH) en función de su riesgo sanitario potencial y sus posibles destinos.

A continuación, se indican las categorías que aplican a algunos de los subproductos de la acuicultura. Se incluyen como "Categoría 1" los animales o partes de estos que sean sospechosos o confirmados de estar infectados con alguna enfermedad, se hayan usado para investigación o contengan residuos de tratamientos ilegales o sustancias contaminantes. Estos subproductos sólo pueden ser destinados a usos técnicos (productos cosméticos, medicamentos veterinarios, productos sanitarios, etc.), empleados como combustible o enterrados en vertederos autorizados.

En la "Categoría 2" se incluyen los excrementos y contenido del tubo digestivo, lodos de tratamientos de aguas residuales que contengan material de Categoría 2, subproductos que contengan residuos de sustancias autorizadas o de contaminantes que sobrepasen los niveles autorizados. También se incluyen los animales o sus partes que murieron sin ser sacrificados para el consumo humano. Estas fracciones, además de los usos indicados para la "Categoría 1", se pueden emplear como enmiendas al suelo (previo tratamiento), o pueden destinarse a compostaje, ensilado o transformación en biogás.

En la "Categoría 3" se incluyen los animales sacrificados, o sus partes, que sean aptos para el consumo humano pero que no se destinen a este fin por motivos comerciales o legales y los subproductos animales de plantas de transformación que fabriquen productos para el consumo humano. Los posibles usos incluyen, además de los descritos para las categorías 1 y 2, la posibilidad de emplearse en la fabricación de piensos para animales.

Como excepción, no son considerados SANDACH las conchas de moluscos que no posean tejido blando ni carne.

Por otro lado, para simplificar el proceso de selec-

[2] Reglamento (CE) Nº 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) Nº 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales)

ción de una opción de valorización se ha abordado el problema mediante un análisis de decisión multicriterio (MCDA de sus siglas en inglés *Multi-Criteria Decision Analysis*) empleando una metodología de análisis jerárquico (AHP, de sus siglas en inglés *Analytic Hierarchy Process*).

Esta metodología ha sido la seleccionada ya que permite dividir el problema en conjuntos de decisiones más pequeñas que se resuelven una por una. Para ello, el primer paso es definir y evaluar los criterios que deben abordarse caso por caso, adaptados al tema del estudio y establecidos por consenso.

De esta manera, se han propuesto un conjunto de criterios para la selección de opciones de valorización para subproductos de la acuicultura. Algunos de ellos deben estudiarse caso por caso, ya que pueden variar de una región a otra. Estos son los factores "dependientes del caso de estudio". Otros criterios se consideran intrínsecos a la solución tecnológica específica propuesta, como son los factores técnicos y los económicos. Así, los criterios se han clasificado en tres categorías:

Dependientes del caso de estudio:

- Materia prima disponible: es la cantidad de subproductos de acuicultura que se pueden procesar de esta manera.
- Existencia de instalaciones e infraestructuras disponibles en la región estudiada que se pueden utilizar para obtener el producto, que se considera positiva.

Factores técnicos:

- Rendimiento: es el resultado del volumen de subproductos que puede destinar a esta opción de valorización y el rendimiento del proceso para producir el compuesto de valor o el producto final.
- Madurez tecnológica: se refiere a la viabilidad industrial y al coste de inversión necesario para implementar la solución. Una mayor madurez implica generalmente una viabilidad técnica, la disponibilidad de la tecnología y menores costos de inversión en investigación y desarrollo.

Factores económicos:

- Los costes de producción: que tienen en cuenta los diferentes costes asociados en la producción del producto.
- Valor del producto: valor de mercado del producto o compuesto.
- La competencia: debe tener en cuenta las cantidades producidas o el tamaño de las empresas competidoras.
- El mercado potencial: es un indicador de la demanda del producto a comercializar.

De las opciones de valorización estudiadas se ha realizado un proceso de normalización de la información de tal manera que en las fichas de valorización se ha representado una valoración cualitativa, en forma de semáforo, para los factores técnicos y económicos. Esta es una valoración basada en el análisis del estado del arte y datos de mercado recientes que deberá ser objeto de revisión y verificación, al menos, en la fase previa al proyecto de implantación industrial de la opción que se haya seleccionado.

CÓMO SELECCIONAR OPCIONES DE VALORIZACIÓN PASO A PASO

Para emplear la metodología simplificada para la selección de opciones de valorización de subproductos de la acuicultura se propone un procedimiento de cuatro pasos, basados en las categorías y criterios anteriormente descritos.

Así los criterios de la categoría "Dependiente del escenario" deben ser evaluados en cada caso, mientras que las demás categorías están preevaluadas y sus criterios cualitativos se encuentran en las fichas.

1- Cantidad de materia prima disponible

En primer lugar, se deben evaluar dentro de la categoría "Dependiente del escenario" el criterio relativo a la cantidad de materia prima disponible, para lo que es necesario determinar:

- Cuáles son los subproductos que queremos valorizar: esto determinará las opciones de valorización factibles.
- Evaluación de los subproductos según la normativa (Figura 7).
- De qué cantidad de subproductos se dispone: algunas opciones de valorización sólo son rentables para grandes cantidades de materias primas.
- Si se trata de una producción más o menos constante: la valorización de subproductos estacionales requiere la integración de distintos subproductos para poder alimentar una instalación.
- Si disponemos de otros subproductos que puedan ser compatibles, o existen otras fuentes de subproductos similares en el entorno. El aprovechamiento de sinergias entre acuicultores, pescadores, empresas de transformación e incluso puntos de venta puede facilitar la adopción de opciones de valorización.

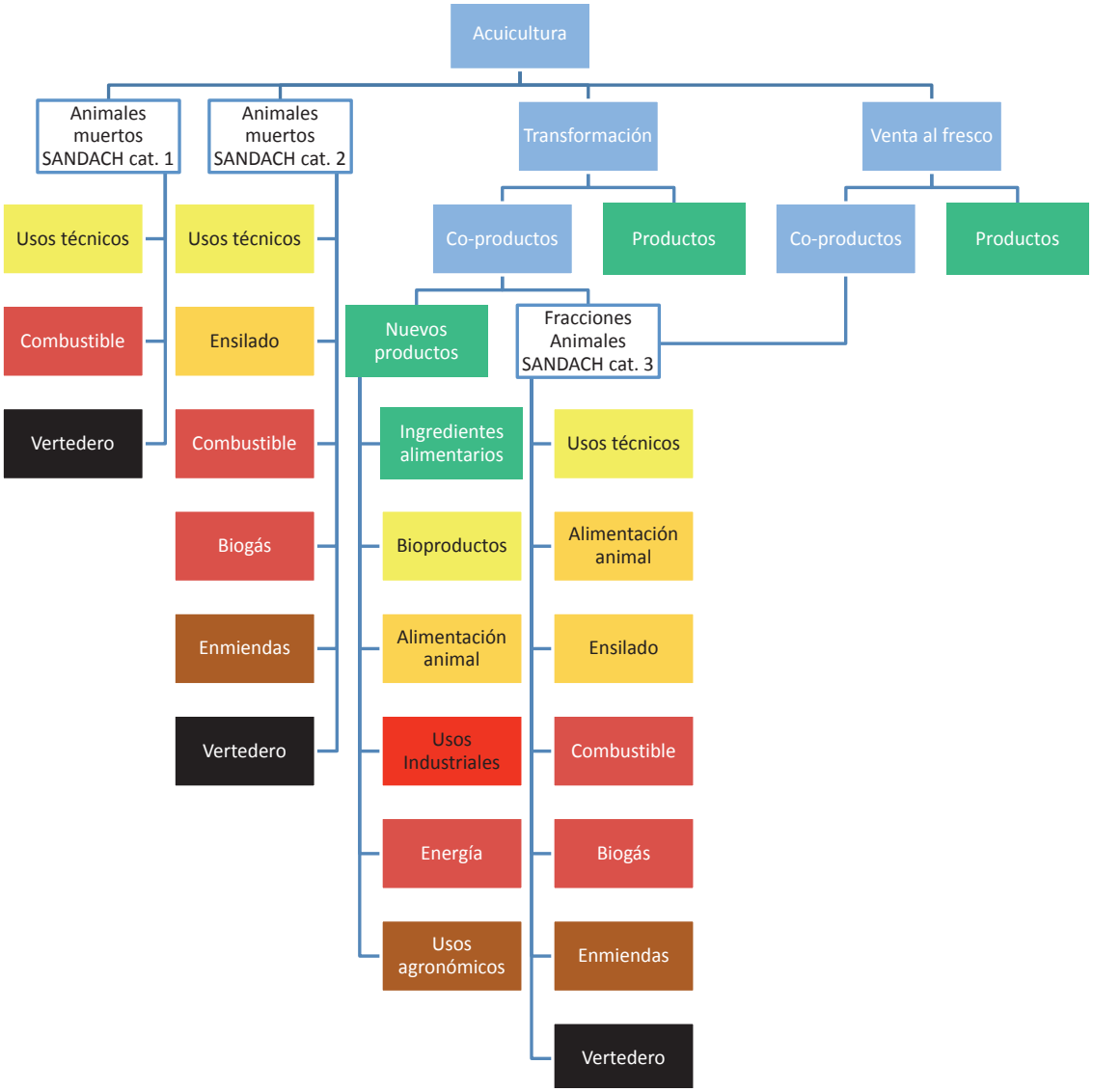


Figura 7: Clasificación de coproductos o subproductos (SANDACH) y posibles usos.

2- Evaluación de infraestructuras disponibles

En segundo lugar, para determinar si hay opciones favorecidas por la existencia de infraestructuras necesarias para dicha solución se debe:

- Evaluar si disponemos de cámaras de refrigeración, o congelación, donde podamos preservar los subproductos en las mejores condiciones posibles.
- Evaluar las opciones de valorización existentes en nuestro entorno geográfico, sobre todo en los casos en los que la cantidad de subproductos es limitada y no existen sinergias evidentes el uso de infraestructuras existentes es siempre más favorable.

3- Preselección de opciones de valorización

Una vez evaluados los pasos anteriores las opciones factibles se pueden diferenciar en función del tipo de producto de acuicultura, moluscos, peces y crustáceos.

Moluscos

Los principales subproductos de los moluscos son:

- Ejemplares muertos (SANDACH 1 ó 2).
- Ejemplares fuera de criterios comerciales, por talla o dañados.
- Subproductos de la transformación: Conchas y aguas de cocción.

La carne de moluscos descartados por motivos comerciales y que no dejen la cadena alimentaria puede ser aprovechada diseñando nuevos productos para alimentación humana y animal.

Las conchas de los moluscos bivalvos, que supone aproximadamente un tercio de su peso, están constituidas fundamentalmente por carbonato cálcico en un 85-95 % dependiendo de la especie y de variaciones estacionales en la composición, sobre las que influye particularmente la salinidad del agua. Está formada por tres capas: la capa laminar nacarada interna (“madre perla”) compuesta mayoritariamente por carbonato cálcico, la capa prismática intermedia de cristales blancos de carbonato cálcico en una matriz proteica denominada conchina y el periostraco, una capa externa pigmentada compuesta de conchina asociada a pigmentos que protege la capa prismática de la abrasión.

Las conchas pueden tener más o menos carne dependiendo de si se generan como subproducto en plantas procesadoras o como descartes por defectos o calibre.

La concha puede ser usada directamente bien entera o triturada:

- Como cama en estabulación de ganado.
- Como suplemento mineral en la alimentación de aves de corral.
- Como coadyuvante de aireación en plantas de biogás.
- Como sustituto ecológico de sal en carreteras.
- En ornamentación de jardines.
- Como árido en construcción.

Además, la concha puede ser transformada en carbonato cálcico y tener diversos usos:

- / Como enmienda de suelos ácidos.
- / Componente en la fabricación de cemento.
- / Industrias de Polímeros.
- / Industrias productoras de pinturas y recubrimientos.
- / Industria papelera.
- / Industrias de Cosmética, Farmacia y Aditivos Alimentarios.

El carbonato cálcico se obtiene previa calcinación de la materia orgánica. También puede eliminarse mezclando parcialmente las conchas con cal viva.

Son aspectos limitantes: el coste energético y la generación de olores, la competencia con otras fuentes de carbonato cálcico y el contenido en cloruros, que limita su uso particularmente en la producción de cemento.

La fracción proteica de la concha, la conchina, destaca por tener propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias. Su bajo contenido (3-4 %) requiere que se investiguen opciones de alto valor añadido.

Además, las aguas de cocción de los moluscos contienen compuestos de interés como el glucógeno o pueden ser empleados como caldo o producto deshidratado con usos culinarios.

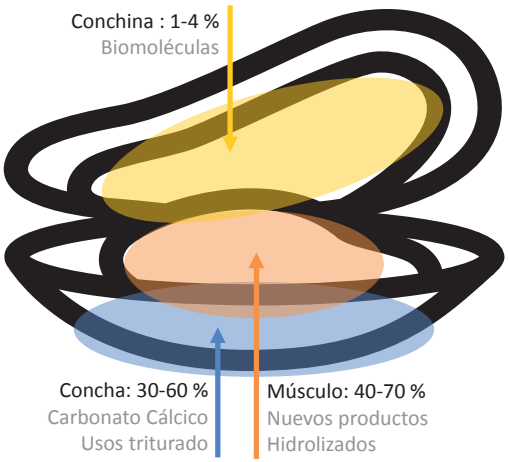


Figura 8: Escandallo promedio de los moluscos y compuestos de interés.

Peces

Los subproductos de pescado en acuicultura se generan por diversas razones.

Por un lado, las mortandades ocurridas por enfermedad, aquellas ocurridas por causas físicas y los ejemplares sacrificados pero fuera de talla comercial. Por otro lado, existe una tendencia creciente a transformar los peces de acuicultura lo que genera una gran cantidad e subproductos ya que hasta el 60 % de algunas especies puede ser descartado en el proceso de fileteado.

Los ejemplares muertos por enfermedad entran en la categoría SANDACH de tipo 1 ó 2 y por lo tanto deberían ser principalmente destinados a la obtención de biomoléculas de interés, con usos técnicos, para poder recuperar el mayor valor. En caso contrario solo podrán ser empleados como combustible o enterrados en vertederos autorizados.

Los peces enteros que no se comercialicen por razones de mercado así como el resto de subproductos y las fracciones obtenidas en el proceso de transformación deberán ser conservadas en condiciones alimentarias para favorecer el mayor espectro de opciones posibles.

Durante la transformación se evitará mezclar aquellas fracciones que se hayan obtenido de forma separada, y, sobre todo, se evitará juntar las vísceras con el resto de fracciones.

Las opciones de de valorización dependen tanto del tipo de pescado, como de las cantidades y calidad de las fracciones.

Así, las espinas, aletas y cola se pueden destinar tanto a la obtención de minerales como de calcio elemental o a la producción de colágeno.

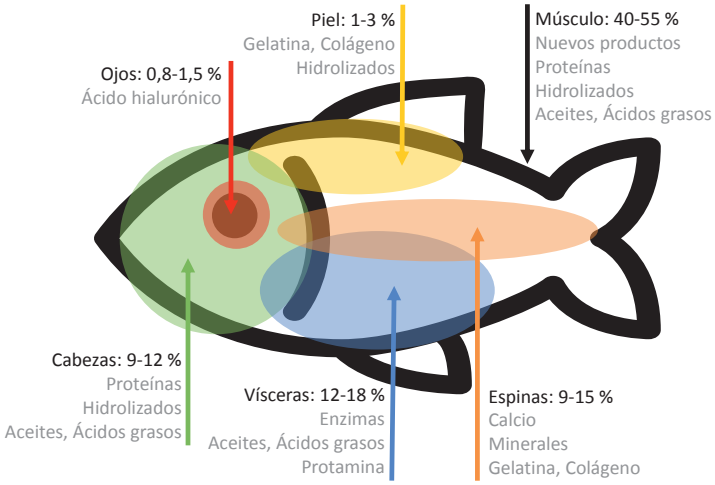


Figura 9: Escandallo promedio de un pez y biomoléculas de interés.

Crustáceos

En la acuicultura de crustáceos se producen los siguientes subproductos:

- / Ejemplares muertos (SANDACH 1 ó 2).
- / Ejemplares fuera de criterios comerciales, por talla o dañados.
- / Subproductos de la transformación: caparazones y aguas de cocción.

La cantidad de subproductos sólidos generado del procesamiento de estas especies oscila entre el 55-60 % para langostinos y camarones y 60-70 % para cangrejos y centollos.

Loa caparazones de los crustáceos, incluida la cabeza, tienen entre 20-40 % de proteína, 15-40 % de carbonato de calcio, 0-15 % de lípidos y 15-40 % de quitina.

Los caparazones se pueden usar para la obtención de quitina, quitosano y astaxantina o para la obtención de harina de crustáceos. Tambien se pueden procesar junto con otras fracciones para la obtención de harinas y aceites de pescado.

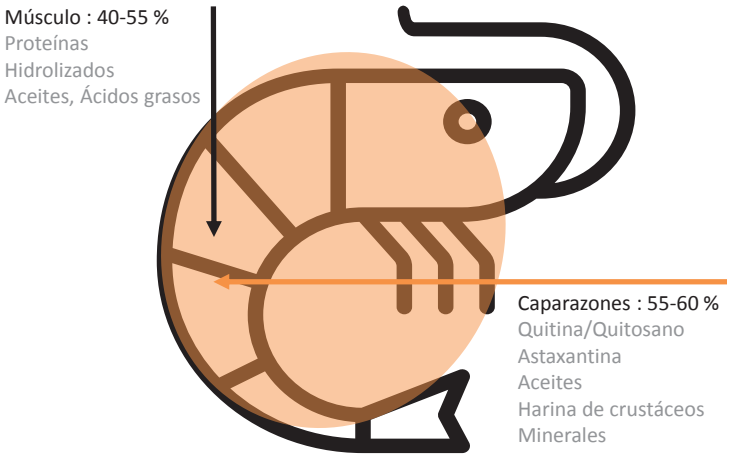


Figura 10: Escandallo promedio de crustaceos y biomoléculas de interés.

Tabla resumen

Tabla 5: Opciones de valorización para las distintas fracciones de productos y subproductos de acuicultura.

Opciones de valorización	Pescado avalorado	Cabezas	Ojos	Colas	Aletas	Espinas	Hígado	Vísceras	Escamas	Piel	Restos de masa muscular	Gónadas	Agua de lavado	Caparazón de crustáceos	Conchas de moluscos	Aguas de cocción
Nuevos productos de pescado	X	X					X				X	X				
Surimi	X										X					
Pulpa de pescado	X										X					
Aromas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Caldos		X												X		X
Gelatina					X	X			X	X						
Agentes de textura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Péptidos bioactivos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
Quitina / quitosano														X		
Condroitín sulfato						X										
Colágeno					X	X			X	X						
Gelatina					X	X			X	X						
Pigmentos (Astaxantina)														X		
Enzimas							X	X								
Vitaminas liposolubles							X	X								
Ácido hialurónico			X													
Insulina								X								
Minerales						X									X	
Peptonas	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			X
Fosfolípidos							X									
Ácidos grasos poliinsaturados	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X
Protamina												X				
Esteroles								X								
Glucógeno																X
Conchina															X	
Harina de pescado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Aceite de pescado	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X				
Harina de crustáceos														X		
Alimentación de animales de peletería	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Cebo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Concentrado de proteinas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Hidrolizado de proteínas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Ensilado	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
Sustrato para crecimiento de insectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Concha Molida															X	
Cuero										X						
Aceite de pescado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Minerales					X	X									X	
Quitina / quitosano														X		
Esencia de perla									X							
Biogás	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Biodiesel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Fertilizantes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Compost	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Enmiendas															X	

4- Priorización

Una vez seleccionadas las opciones factibles para los subproductos evaluados se puede abordar la priorización. Esta se basa en una metodología de decisión multicriterio, mediante una análisis paso a paso de cada categoría.

Para cada una de las opciones se debe tener en cuenta los aspectos anteriormente evaluados así como la información de las fichas. Además, en cada caso de estudio se deberá decidir la importancia relativa de cada uno de los criterios y categorías.

Si se desea una implantación rápida de la solución se verán favorecidas aquellas en las que existan infraestructuras establecidas.

En caso de no disponer de infraestructuras, que estén muy lejanas o que se busquen otras opciones de mayor valor se deberá tener en cuenta si se prefiere una opción generalista, asociada a productos de menor valor, o por el contrario una opción más específica a un producto concreto, que suelen requerir procesos más costosos, idealmente en esquemas de biorrefinería, si bien son productos de mayor valor.

A continuación se deberá seleccionar entre aquellas que estén más o menos asentadas desde el punto de vista técnico, lo que se denomina madurez de la tecnología, en función del grado de riesgo tecnológico que se desee asumir.

Depués se evaluarán los factores económicos, ponderando la importancia de criterios como el valor del producto, mercado potencial, costos de producción y empresas competidoras.

De esta manera se obtendrá una lista de opciones de valorización de subproductos de la acuicultura válidas y priorizadas para el escenario de estudio. Esto supone una primera aproximación como paso previo a la realización de un estudio detallado para una posterior implantación de la solución más favorable.

FICHAS DE VALORIZACIÓN

A continuación se presentan las fichas de aquellas soluciones de valorización de subproductos de la acuicultura que, a priori, presentan mayor factibilidad de implantación.

1. Caldos y deshidratados de marisco
2. Péptidos bioactivos
3. Gelatina
4. Colágeno
5. Quitina / quitosano
6. Astaxantina
7. Harina de pescado y Aceite de pescado
8. Harina de crustáceos
9. Hidrolizado de proteínas
10. Concentrado de proteina
11. Carbonato cálcico
12. Concha molida
13. Compost
14. Ensilado
15. Biogás

CALDOS Y DESHIDRATADOS DE MARISCO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

El caldo de marisco o producto deshidratado se pueden obtener de las aguas de cocción de mariscos o crustáceos, o de la cocción de algunas de sus fracciones. Estos productos conservan sus propiedades organolépticas para su uso en la industria alimentaria.

Los restos del proceso de desmigado son sometidos a una molienda media, evitando la generación de pequeños trozos, y la materia prima obtenida es cocida en agitación vigorosa empleando una cantidad mínima de agua, de manera que se recuperen todas las características organolépticas de estas materias primas. La mezcla resultante se filtra, se deja reposar y se recupera el caldo sobrenadante. Finalmente, es necesario un proceso de UHT o similar para su conservación. Adicionalmente, se puede proceder a obtener un producto deshidratado mediante distintas técnicas de secado. Las aguas de cocción de moluscos y crustáceos pueden ser recuperadas por concentración e igualmente se pueden someter a un proceso de deshidratación.

USOS DEL PRODUCTO:

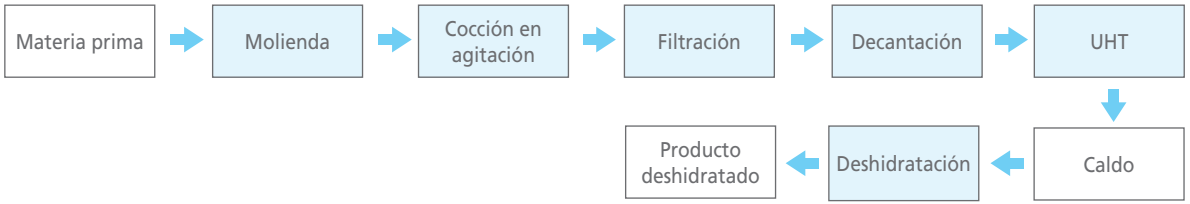
Este producto se puede comercializar para diferentes aplicaciones alimentarias y culinarias. La preparación de caldos alimentarios es susceptible de múltiples formulaciones ya que pueden "cocinarse" con verduras u otros ingredientes.

MATERIAS PRIMAS:

Los cefalotórax de determinados crustáceos, fundamentalmente bueyes y centollos, así como el agua de cocción de determinados moluscos, fundamentalmente mejillones, pueden ser utilizados como materias primas para la obtención de caldos y productos deshidratados.

VIABILIDAD:

ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



PÉPTIDOS BIOACTIVOS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Los péptidos bioactivos resultan de la hidrólisis de las proteínas de origen animal y de los subproductos animales. Los hidrolizados contienen principalmente aminoácidos libres di, tri y oligopéptidos, dependiendo del grado de hidrólisis.

Los péptidos también pueden liberarse en procesos de fermentación y durante la digestión gastrointestinal.

Los péptidos, aparte de su propio valor nutricional, pueden presentar diferentes actividades biológicas.

USOS DEL PRODUCTO:

Las proteínas y péptidos de origen marino tienen usos potenciales en el desarrollo de nuevos productos tanto en la industria alimentaria como en la industria farmacéutica, cosmética y nutraceútica.

Las bioactividades reportadas para los péptidos de origen marino incluyen las propiedades antioxidante, antihipertensiva, anticoagulante y actividad de unión al calcio. Hoy en día, la mayoría de las aplicaciones están en el sector nutracéutico, en forma de cápsulas y píldoras antihipertensivas.

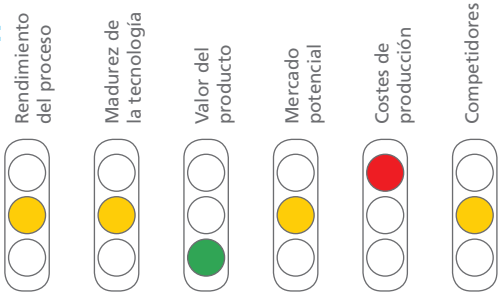
En el campo de la alimentación, los péptidos bioactivos con propiedades inmunoestimulantes, antioxidantes y/o antimicrobianas pueden tener interés en la prevención de enfermedades gastrointestinales.

MATERIAS PRIMAS:

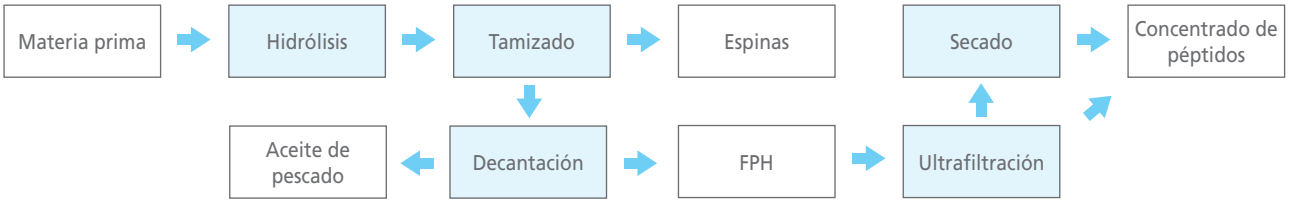
Peces enteros y fracciones ricas en proteínas de los subproductos del procesado del pescado, moluscos y crustáceos.

Los organismos marinos, incluidos los peces, los crustáceos y los moluscos, también son una fuente rica de péptidos bioactivos (no derivados de un proceso de hidrolisis).

VIABILIDAD:



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



GELATINA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

La gelatina es el producto derivado de la hidrólisis parcial del colágeno que produce peptidos de pequeño tamaño con un amplio rango de pesos moleculares.

La gelatina es un gel semi-sólido viscoso, cuya composición presenta un 85-90 % de proteína, 2-4 % de minerales y 8-12 % de agua.

Hay dos tipos principales de gelatina:

- Tipo A: obtenida mediante hidrólisis ácida.
- Tipo B: obtenida mediante hidrólisis alcalina.

USOS DEL PRODUCTO:

La gelatina se usa comunmente como agente gelificante en alimentos, fármacos, fotografía o cosméticos. Así mismo, se encuentra en productos como gominolas, en postres, helados, salsas y yogures.

Un uso habitual de la gelatina procedente de pescados de agua fría es la microencapsulación de vitaminas o nutrientes sensibles al calor.

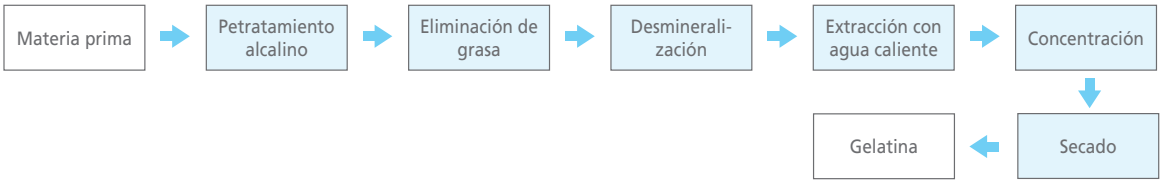
MATERIAS PRIMAS:

Las principales fuentes de gelatina comercial son la piel y los huesos de cerdo o vaca. La producción de gelatina de pescado se realiza principalmente a partir de las pieles, especialmente de las de atún, aunque puede obtenerse también a partir de las escamas. Las espinas pueden así mismo usarse como fuente de gelatina pero el contenido es muy inferior al de las pieles.

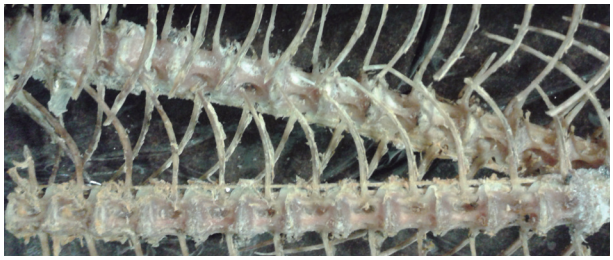
La calidad de la gelatina varía en gran medida entre las diferentes especies y fracciones, así como con el tipo de pescado (de aguas templadas o frías). Se requieren estrictos controles higiénicos para obtener gelatina de calidad que pueda ser usada en aplicaciones de alto valor añadido.

VIABILIDAD:

ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



COLÁGENO



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

El colágeno es la proteina estructural primaria presente en los tejidos conectivos de los animales que juega un papel importante en la formación y mantenimiento de huesos, tendones, ligamentos, pelo, uñas y piel. El colágeno puede obtenerse de diferentes fuentes, presentándose normalmente el producto final en forma de polvo seco.

USOS DEL PRODUCTO:

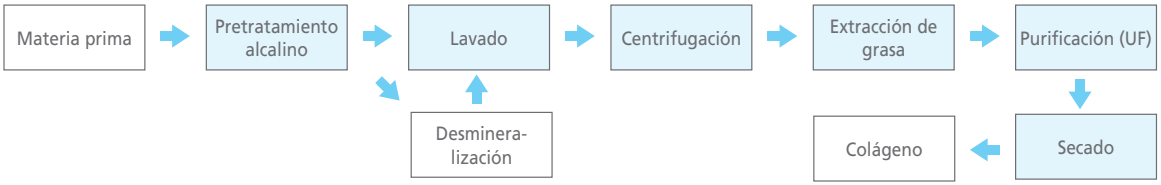
El colágeno o los péptidos de colágeno se usan habitualmente en el tratamiento de la artritis y la osteoporosis, así como en cremas al presentar un efecto de antienvejecimiento de la piel. Se usa ampliamente en cirugía cosmética, o como ayuda para la reconstrucción de huesos o dientes. Su alto valor nutricional lo hace así mismo interesante como aditivo en alimentos funcionales y suplementos alimenticios.

MATERIAS PRIMAS:

El colágeno es la proteina más abundante en los animales. Está presente en varios subproductos de pescado, especialmente en la piel, escamas, cabezas, tejidos conectivos y huesos. En el caso de los huesos el contenido de colágeno puede ser de hasta un 30 %, siendo el resto minerales (calcio, fósforo) en forma de hidroxiapatita.

VIABILIDAD:

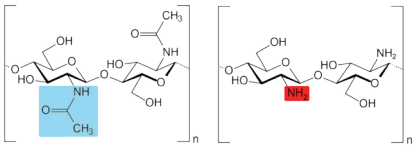
ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



QUITINA-QUITOSANO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

El quitosano es un biopolímero, un polisacárido, obtenido a través de la desproteinización, desmineralización, decoloración y desacetilación de la quitina, un biopolímero de N-acetil-glucosamina presente en el exoesqueleto de artrópodos (como son las conchas de crustáceos) y en la pared celular de hongos.



Quitina Quitosano

USOS DEL PRODUCTO:

El quitosano es un producto que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones en sus diferentes formas modificadas así como diferentes grados de pureza. Tiene unas propiedades tecnológicas interesantes como son: antimicrobiana, antioxidante y aglutinante de grasa, asociadas principalmente a su carga positiva en su superficie.

Se utiliza en varias aplicaciones industriales: como floculante de grado alimenticio en el tratamiento de agua y en la fabricación de papel; en espumas en cosmética; en películas comestibles o en

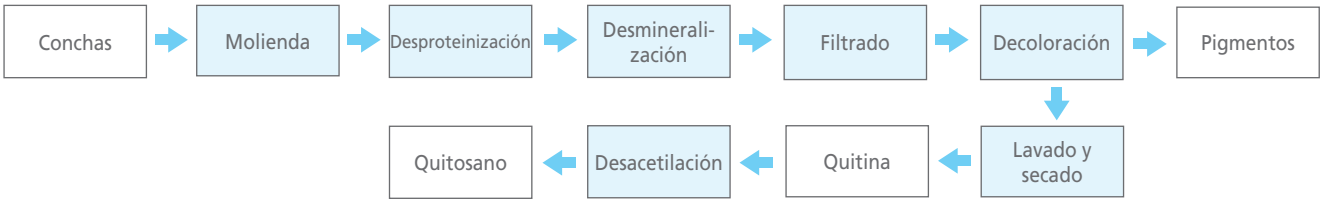
microencapsulación de ingredientes en aplicaciones alimentarias; en farmacia; en suplementos nutricionales como aglutinante de grasas; para reducir infecciones y mejorar el rendimiento en acuicultura y alimentación de rumiantes; o como material en tejidos histocompatibles y lentes de contacto en medicina.

MATERIAS PRIMAS:

Las materias primas de origen marino con mayor contenido de quitina y quitosano son los caparazones de crustáceos. La concha de crustáceos representa alrededor del 30 % del peso corporal total del animal. Las conchas de camarón tienen el contenido más alto de quitina, 30-40 %, seguidas de las conchas de cangrejo, 15-30 %.

VIABILIDAD:

ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:

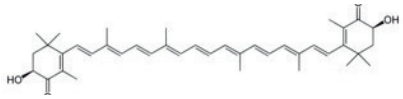


ASTAXANTINA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

La astaxantina es un carotenoide, una xantofila o un pigmento que contiene oxígeno. Es un pigmento soluble en lípidos y de color rojo-naranja.

Su color se debe a la larga cadena de dobles enlaces conjugados. Esta cadena de dobles enlaces le confiere a la astaxantina también una fuerte capacidad antioxidante.



USOS DEL PRODUCTO:

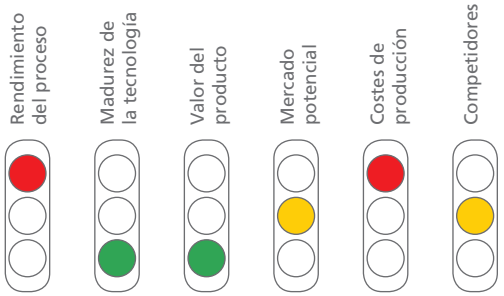
Debido a sus propiedades funcionales, se utiliza en aplicaciones alimentarias, piensos y alimentos acuícolas tanto como colorante, antioxidante o como suplemento nutricional. Las principales alegaciones de la astaxantina, cuando se usa como un suplemento nutricional, son su capacidad como antioxidante, de prevención de la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y los trastornos neurodegenerativos. También como estimulante del sistema inmunológico. En cosmética, se utiliza en formulaciones para el cuidado de la piel y antienvejecimiento. Los productos con astaxantina se utilizan para aplicaciones comerciales en las formas dosificadas como tabletas, cápsulas, jarabes, aceites, geles blandos, cremas y polvos granulados.

MATERIAS PRIMAS:

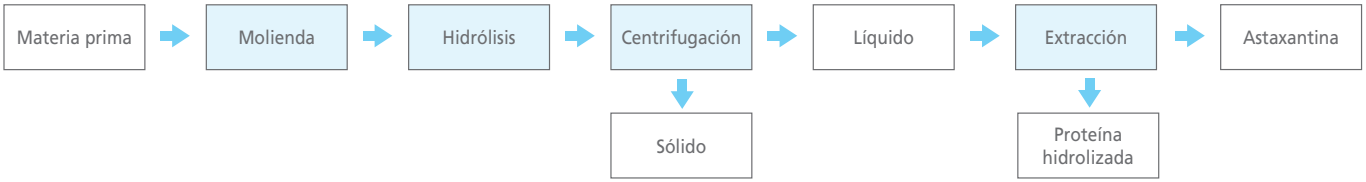
La producción puede provenir tanto de fuentes naturales como sintéticas. Las fuentes naturales de astaxantina son algas, levaduras, salmón, trucha, krill antártico, camarones, cangrejos de río y cáscaras de crustáceos, como un co-producto de la producción de quitina y quitosano.

Ejemplos de microorganismos que contienen astaxantina son microalgas tales como *Haematococcus pluvialis, Chlorella zofingiensis, Chlorococcum spp* y la levadura *Phaffia rhodozyma.*

VIABILIDAD:



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



HARINA Y ACEITE DE PESCADO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

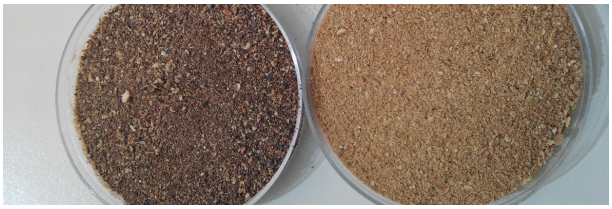
La harina de pescado es un polvo rico en proteínas y en acidos grasos poliinsaturados. El color es marrón pero puede variar en función de las especies de peces, el tamaño de las partículas, el contenido en grasa y la humedad. La harina de pescado estándar tiene típicamente entre un 64-67 % de proteína cruda, alrededor de un 12 % de grasa y entre un 10-20 % de cenizas.

El aceite de pescado es un co-producto de las plantas de harina de pescado. Es un producto líquido compuesto principalmente por ácidos grasos, rico en ácidos grasos insaturados poliinsaturados EPA (ácido eicosapentaenoico) y el DHA (ácido docosahexaenoico) con cantidades variables de fosfolípidos.

USOS DEL PRODUCTO:

La harina de pescado se utiliza principalmente en la alimentación animal. La acuicultura representa más del 60 % del consumo, el sector porcino el 25 % y las aves de corral el 8 %.

El aceite de pescado tiene diferentes usos que pueden variar dependiendo de su composición. El destino para acuicultura representa entorno al 80 % y alrededor del 13 % está destinado al consumo humano.

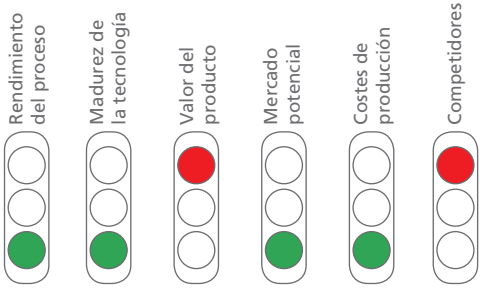


El aceite de pescado también puede utilizarse como lubricante de grado alimentario, disolvente en productos industriales (pinturas, barnices, pesticidas, tinta, caucho, etc.) y para la producción de biodiesel. El aceite de alta calidad se obtiene mediante prensado en frío pudiéndose refinar aún más para obtener un producto rico en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) para su uso en productos alimentarios, farmaceúticos, en suplementos dietéticos y cosméticos.

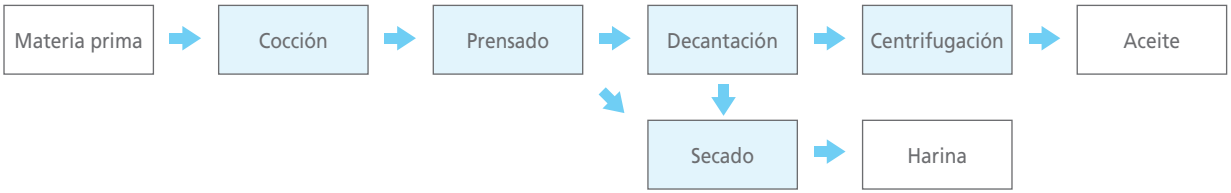
MATERIAS PRIMAS:

La harina y el aceite de pescado se pueden obtener de cualquier tipo de desecho o subproducto de pescado, incluyendo el marisco. La composición y calidad de los productos depende de la especie y el grado de frescura de la materia prima, por lo que si se produce un deterioro del pescado crudo, se obtiene una calidad y precio de venta del producto final inferiores.

VIABILIDAD:



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



HARINA DE CRUSTÁCEOS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

La harina de crustáceos es el producto que se obtiene del secado y molienda del exoesqueleto de estos animales separado en el proceso de su transformación en la etapa de pelado y desmigado. Hay que tener en cuenta que el caparazón, incluida la cabeza, constituye más del 60 % de peso del animal.

El producto final, un polvo seco, tiene un color característico rosa-anaranjado y un aroma a marisco.

USOS DEL PRODUCTO:

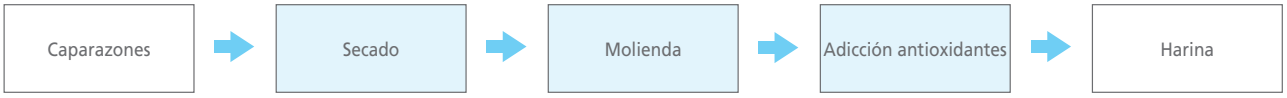
Tiene un gran interés como ingrediente en la formulación de piensos para alimentación de salmones de acuicultura, tanto por su aroma, como atrayente, como por su contenido en el pigmento astaxantina, que contribuye a dar su color característico a la carne del salmón. El principal productor de harina de crustáceos es Asia, a un precio muy competitivo.

MATERIAS PRIMAS:

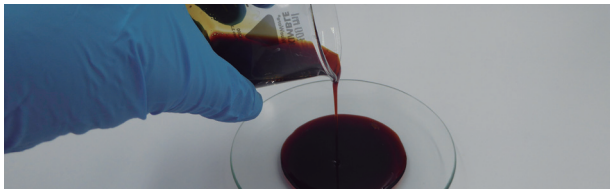
El caparazón de los crustáceos que se genera como subproducto en las plantas de transformación.

VIABILIDAD:

ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



HIDROLIZADOS DE PROTEÍNA DE PESCADO



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Los hidrolizados de proteina de pescado, FPH de sus siglas en inglés *Fish Protein Hydrolysates*, son el resultado de la hidrólisis enzimática o química de la fracción proteica del pescado o de fracciones como músculo, subproductos o aguas de proceso. Los FPH presentan propiedades interesantes desde el punto de vista tecnológico y sensorial.

Típicamente es un polvo de color crema y con olor a pescado. Presenta alrededor de un 80 % de proteína y menos de un 5 % de humedad y menos de un 11 % de grasa.

Hay dos tipos de presentaciones:

/ Hidrolizado de proteína de pescado soluble (FPH).

/ Proteína parcialmente hidrolizada (PHP).

USOS DEL PRODUCTO:

/ En función de la calidad los FPH pueden emplearse en distintos ámbitos:

/ En la industria alimentaria, debido a sus buenas propiedades sensoriales y tecnológicas, se aplica como agente saborizante y aromatizante en salsas o sopas de pescado. También se usa como texturizante, espumante, gelificante o emulsificante en panadería, helados, productos cárnicos o salsas y también se usa como sustituto de glutamato monosódico.

/ En nutracéutica hay un número reducido de suplementos nutricionales en el mercado con hidrolizados de pescado con propiedades saludables relacionadas con su contenido en péptidos bioactivos.

/ En alimentación animal, se usan como suplementos nutricionales en piensos para ganado, acuicultura o animales de compañía debido a que son una fuente de proteínas con alta digetibilidad y aromas.

/ En agricultura se usan como fuente de nitrógeno en fertilizantes.

/ En biotecnología se emplea como fuente de peptonas en los medios de cultivo para microorganismos.

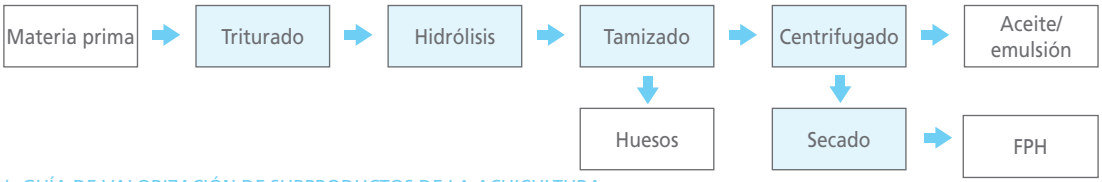
MATERIAS PRIMAS:

Los FPH pueden obtenerse a partir de cualquier tipo de pescado (entero o subproductos). Principalmente del músculo o fracciones ricas en proteína.

No es necesaria una transformación previa aunque es aconsejable llevar a cabo una concentración para reducir los costes de transporte. La materia prima debe almacenarse refrigerada o congelada y la producción de histamina debe controlarse cuidadosamente.

VIABILIDAD:

ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



CONCENTRADOS DE PROTEÍNA DE PESCADO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Los concentados de proteina se obtienen mediante extracción del aceite y los huesos del pescado, de manera que se aumenta el contenido de proteina y se reduce el contenido de cenizas respecto a las harinas de pescado o los hidrolizados de pescado.

Se pueden clasificar en dos tipos:

/ Concentrados de proteina de pescado (FPC, en inglés *Fish Protein Concentrate*) : contenido de proteína 65-80 % y de grasa-aceite 1-3 %.

/ Aislados de proteína de pescado (FPI en inglés, *Fish Protein Isolate*): menos del 1 % de grasa o aceite y más de 90 % de proteína.

Los concentrados, a su vez, presentan 2 categorías:

/ FPC tipo A: libres de olores o sabores indeseados, con un contenido en grasa del 0,5-1 % y proteína superior al 80 %

/ FPC tipo B: contenido de aceite en torno al 3 % y proteína menor del 80 %.

USOS DEL PRODUCTO:

Los principals usos de los FPC son:

/ Suplemento proteico en la industria alimentaria
/ Suplemento nutricional
/ Alimentación animal

Los FPC se han usado principalmente en aplicaciones especializadas para alimentación animal en monogástricos, como sustitutos de la leche o piensos iniciadores. Son una excelente fuente de aminoácidos altamente digeribles, aunque su elevado precio limita su uso. Puede usarse como sustituto de otras fuentes de proteina siempre y cuando su precio sea competitivo.

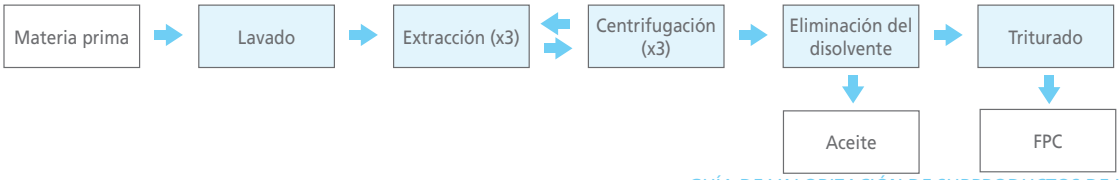
MATERIAS PRIMAS:

Cualquier especie de pescado entero o varias fracciones del pescado pueden usarse como fuente de FPC, principalmente el músculo proveniente de subproductos.

Las materias primas deben almacenarse en condiciones refrigeradas o congeladas en contenedores. El eviscerado mejora la calidad y vida útil de las materias primas. Es necesario, además, controlar la posible producción de histamina, por lo que deben almacenarse de manera controlada y adecuada para minimizar su generación.

VIABILIDAD:

ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



CARBONATO CÁLCICO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

El carbonato cálcico es un producto que se obtiene de las conchas de moluscos previa calcinación de la materia orgánica. Esta materia orgánica también puede eliminarse mezclando parcialmente las conchas con cal viva.

Entre los aspectos limitantes de su producción destacan el coste energético, la generación de olores, la competencia con otras fuentes de carbonato cálcico y el contenido en cloruros, que limita su uso particularmente en la producción de cemento.

USOS DEL PRODUCTO:

El carbonato cálcico se puede utilizar para varias aplicaciones como son:

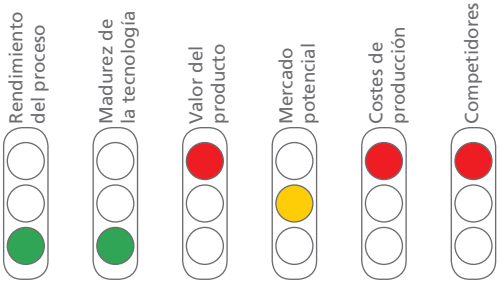
/ Enmienda de suelos ácidos.
/ Componente en la fabricación de cemento.
/ Industrias de polímeros.
/ Industrias productoras de pinturas y recubrimientos.
/ Industria papelera.
/ Industrias de cosmética, farmacia y aditivos alimentarios.

MATERIAS PRIMAS:

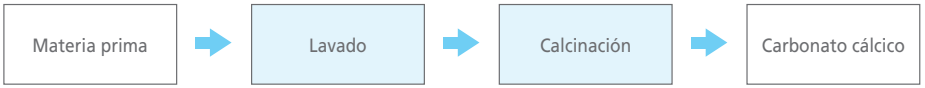
Las conchas de los moluscos bivalvos están constituidas fundamentalmente por carbonato cálcico en un 85-95 % dependiendo de la especie y de variaciones estacionales en la composición, sobre las que influye particularmente la salinidad del agua.

Está formada por tres capas: la capa laminar nacarada interna (“madre perla”) compuesta mayoritariamente por carbonato cálcico, la capa prismática intermedia formada por cristales blancos de carbonato cálcico en una matriz proteica denominada conchina y el periostraco, una capa externa pigmentada compuesta de conchina asociada a pigmentos que protege la capa prismática de la abrasión.

VIABILIDAD:



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



CONCHA MOLIDA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

La concha molida es un producto compuesto por conchas de moluscos trituradas a diferentes tamaños de partícula. Se obtiene mediante el lavado y posterior trituración más o menos grosera de las conchas de moluscos.

Las conchas pueden tener más o menos carne dependiendo de si se generan como subproducto en plantas procesadoras o como descartes por defectos o calibre. En este segundo caso, implicaría la retirada de la carne.

USOS DEL PRODUCTO:

La concha molida puede tener diferentes aplicaciones:

/ Como cama en estabulación de ganado.

/ Como suplemento mineral en aves de corral.

/ En ornamentación de jardines.

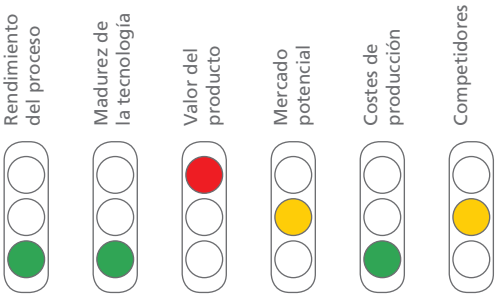
/ Como coadyuvante de aireación en plantas de biogás.

/ Como sustituto ecológico de sal en carreteras.

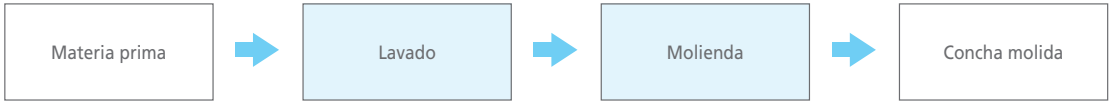
MATERIAS PRIMAS:

Las conchas de los moluscos bivalvos son la materia prima fundamental para esta aplicación.

VIABILIDAD:



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



COMPOST

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

El compost es el producto obtenido mediante descomposición aerobia de la materia orgánica, similar al humus del suelo, y que es llevado a cabo por diversos microorganismos.

La composición habitual del compost es:

/ Humedad: 30-40 %
/ Relación C/N: < 20
/ % Materia orgánica (MO): > 35 %
/ Granulometría: 90 % partículas de Ø < 25mm
/ Piedras o grava de Ø > 5mm, menos del 5 %
/ Impurezas de Ø > 2mm: menos del 3 %

USOS DEL PRODUCTO:

Los principales usos del compost son:

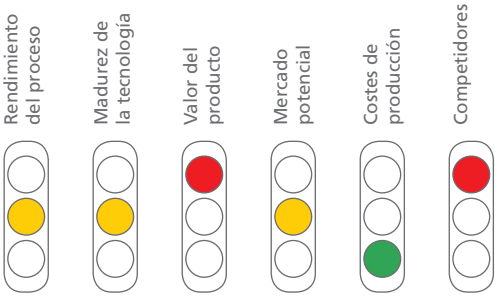
/ Usos agrícolas y residenciales: como enmienda del suelo, suplemento o sustituto de fertilizantes, mantenimiento de cultivos y pastos, cubierta orgánica de árboles.
/ Comercial: enmienda de suelos para usos paisajísticos, sustituto de turbas y cubiertas, mezclas para jardinería, suplemento fertilizante.
/ Municipal: cobertura de vertederos, enmienda de suelos y cobertura en carreteras, reforestación o restauración paisajística.

MATERIAS PRIMAS:

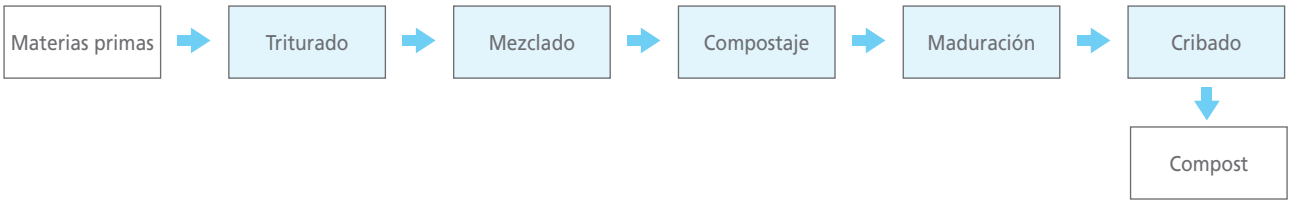
Todo tipo de especies. Pescado entero o partes del pescado.

Debe ser mezclado con otro tipo de sustratos. Habitualmente, se usa serrín, astillas, ramas, hojas, residuos urbanos o estiércol. La mezcla o pila de compostaje se debe mantener aireada y con el nivel adecuado de humedad para facilitar el proceso y evitar malos olores o proliferación de insectos. También puede llevarse a cabo en compostadores cerrados.

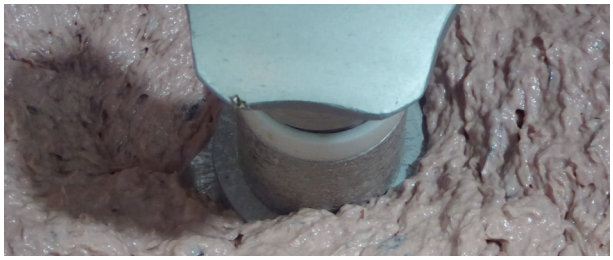
VIABILIDAD:



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



ENSILADOS



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Los ensilados de pescado son productos líquidos producidos mediante la autolisis del pescado entero o sus diferentes partes, incluyendo las vísceras, a los que se les agregan ácidos, enzimas o bacterias productoras de ácido láctico. La licuefacción ocurre por la acción de los enzimas presentes de forma natural en los peces, y es acelerada por el ácido, lo que permite crear las condiciones adecuadas para que los enzimas descompongan los tejidos, limitándose a su vez el crecimiento de bacterias nocivas. Es un proceso simple que puede ser fácilmente escalable a unidades operativas de pequeño y gran tamaño, paso previo a la separación del aceite y del hidrolizado de proteínas en plantas centralizadas.

USOS DEL PRODUCTO:

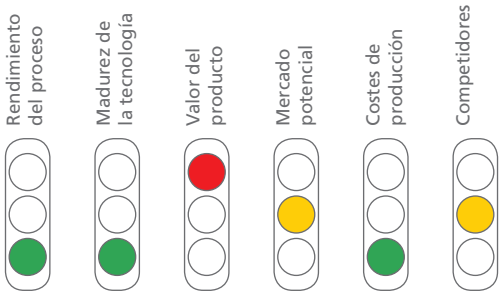
Los productos de ensilados de pescado derivados de subproductos de acuicultura, hidrolizados de proteínas, se utilizan en acuicultura para el crecimiento de especies distintas a las especies de origen. Se utilizan también en alimentación de aves de corral, cerdos, mascotas (pet-food) o visones.

En el caso de ensilado de subproductos SANDACH de categoría 2, el aceite resultante se utiliza para la producción de biodiesel y la proteína hidrolizada se puede utilizar como fertilizante agrícola orgánico.

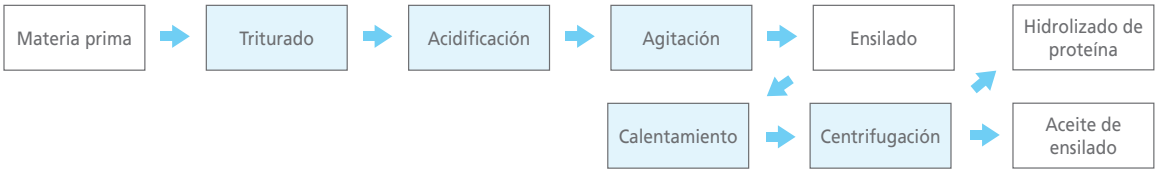
MATERIAS PRIMAS:

Los ensilados de pescado puede ser elaborados a partir de todas las especies de peces y sus respectivas partes por separado. La calidad final de los ensilados depende del grado de frescura de las materias primas.

VIABILIDAD:



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN:



BIOGÁS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

El biogás es un gas generalmente compuesto por 55-65 % metano, 34-45 % CO_2 y otros gases minoritarios (nitrógeno, hidrógeno o sulfuro de hidrógeno), que se produce a partir de un proceso de digestión anaerobia de la materia orgánica por acción de diversos microorganismos.

Como producto secundario de la digestión anerobia se obtiene un digestato o lodo semi-estabilizado.

USOS DEL PRODUCTO:

El biogas es utilizado para la producción de energía térmica o eléctrica mediante su uso en calderas o motores de co-generación.

El digestato o residuo restante es utilizado normalmente como enmienda orgánica en aplicaciones agronómicas. Puede ser espesado y compostado posteriormente para su uso como abono sólido.

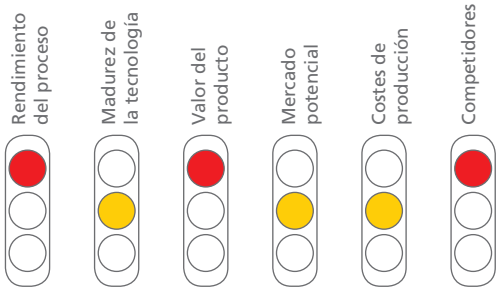
MATERIAS PRIMAS:

Cualquier tipo de pescado, entero (mortandades o peces no destinados a consumo) o partes (restos de evisceración, pieles, espinas).

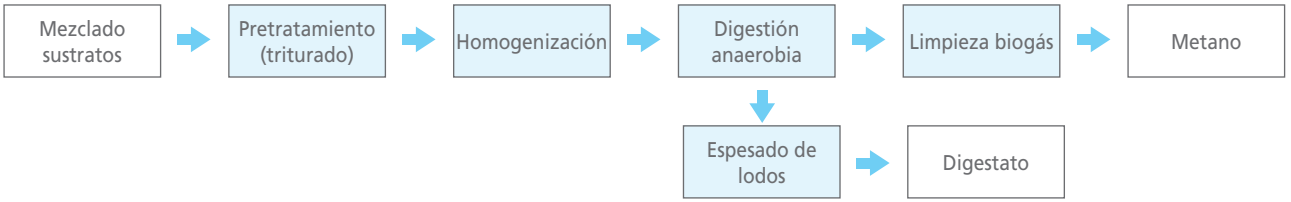
Se utiliza en mezcla con otro tipo de sustratos (purines o residuos ganaderos, residuos alimentarios o agrícolas). Los residuos de pescado deben ser higienizados y triturados para reducir el tamaño de particula (< 12 mm).

El uso de pescado como único sustrato no es recommendable por la presencia de posibles sustancias inhibidoras de la metanización y por una relación C/N no adecuada para el proceso. El subproducto de pescado suele añadirse en porcentajes entre el 10 y 25 % como máximo

VIABILIDAD:



SIMPLIFIED PROCESS SCHEME:



OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes de datos

- OESA - Fundación Biodiversidad (2017). Guía de Minimización de Subproductos y residuos de la acuicultura. Fundación Biodiversidad, Madrid, España. 76 páginas
- APROMAR (2018). La Acuicultura en España 2018. APROMAR, Cadiz, España. 94 páginas
- Estadísticas acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/es
- Estadísticas acuicultura del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-pesqueras/acuicultura/

Herramientas de utilidad

- Servicio de consulta pública de establecimientos de gestores SANDACH del mapa https://servicio.mapama.gob.es/sandach/Establecimientos/Estab.aspx
- ACUIVISOR: visor para consultar la localización geográfica y la información de los establecimientos de acuicultura www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/visor-de-instalaciones/

Webs de interés

Agencia Europea del Medio Ambiente www.eea.europa.eu/es

Asociación Empresarial de Acuicultura de España www.apromar.es

AZTI www.azti.es

Clúster Acuiplus www.acuiplus.org

Comisión Europea-Medio Ambiente http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm

Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wild Life Fund for Nature) www.wwf.es

Fundación Biodiversidad www.fundacion-biodiversidad.es

Instituto para los Recursos Mundiales (World Resources Institute, WRI) www.wri.org

Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/junta-asesora-de-cultivos-marinos/

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) www.mapa.gob.es

Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) www.miteco.gob.es/es/

Observatorio Español de Acuicultura (OESA) www.observatorio-acuicultura.es

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura www.fao.org/aquaculture/es/

Organización de Productores de Mejillón de Galicia (OPMEGA) www.opmega.com

Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española (2014 – 2020) www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/plan-estrategico/default.aspx

Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y la Acuicultura (PTEPA) www.ptepa.es

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente www.unep.org/es

Sociedad Española de Acuicultura www.sea.org.es/

azti tecnalia

Transforming
Science into
Business

SEDES
Txatxarramendi Ugartea zk. g
E-48395 Sukarrieta - BIZKAIA (Spain)

-

Bizkaiko Teknologia Parkea
Astondo bidea, 609 eraikina
E-48160 Derio - BIZKAIA (Spain)

-

Herrera kaia, Portualdea, zk.g.
E-20110 Pasaia - GIPUZKOA (Spain)

Tel.: (+34) 946 574 000 / (+34) 657 799 446

Fax: (+34) 946 572 555

Mail: info@azti.es

www.azti.es