

BIOPRODUCTOS MARINOS

REGIÓN DE COQUIMBO

FCH
FUNDACIÓN CHILE

Proyecto apoyado por

CORFO



OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS



ASIPAC

ORIZON





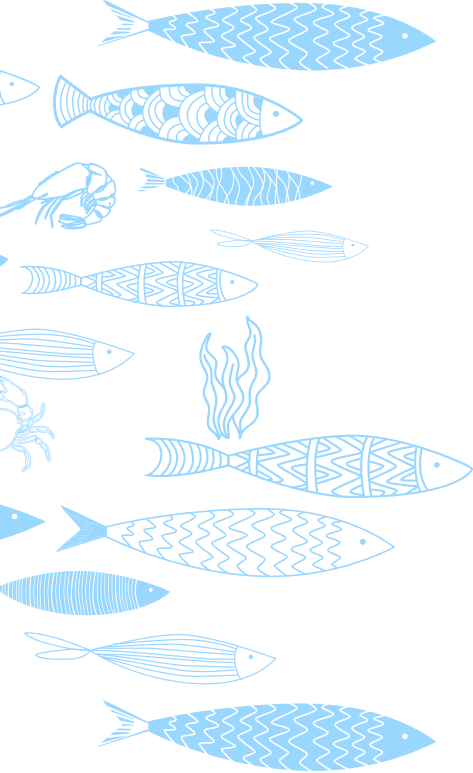
PRÓLOGO

UN HORIZONTE DE OPORTUNIDADES

Coquimbo, tierra de observatorios, de destilados de uvas, de valles de fama mundial, de leyendas de corsarios y de magníficas playas. ¿Por qué no tierra de bioproductos de origen marino?

El desarrollo de la biotecnología y la existencia de recursos ricos en compuestos con el potencial de convertirse en alimentos funcionales, productos farmacéuticos, nutraceuticos y cosméticos ha abierto una puerta para esta posibilidad de desarrollo, que permitiría agregar valor a "frutos del mar" que hoy con dificultad pasan la barrera del "commodity".

Ese es el propósito de este proyecto, precisamente la "Identificación de oportunidades para el desarrollo de bioproductos marinos como activo estratégico para la Región de Coquimbo", donde se buscó identificar bioproductos, ingredientes y/o compuestos activos provenientes de recursos marinos presentes en la Región de Coquimbo, que sean de interés para la industria de alimentos, nutraceutica, cosmética y/o farmacéutica.



Para nutrir esta investigación, se acudió a fuentes primarias (principalmente expertos del sector y académicos de distintas universidades) y secundarias (patentes de invención, artículos científicos, entre otras), junto al catastro de recursos marinos y prospección de mercado. La búsqueda se centró en bioproductos derivados de especies marinas de la región, tecnologías relacionadas a la obtención de dichos bioproductos, capacidades e infraestructura instalada, grupos de trabajo, instituciones y empresas involucradas, orientándose a aquellas especies marinas con mayor disponibilidad en la región.

Se analizaron más de 10 potenciales bioproductos, tales como derivados de proteínas (hidrolizados, péptidos, colágeno, gelatina), ácidos grasos, ácido hialurónico, polisacáridos (fucanos, carragenanos, alginatos y agar), pigmentos (fucoxantina, ficoeritrina, ficocianina), antioxidantes (florotaninos), extractos de algas, micosporinas, quitina y derivados (quitosano y glucosamina), y otras moléculas bioactivas.

Luego se sondearon en específico tres bioproductos seleccionados, que podrían ser los encargados de abrir camino a mayores y mejores oportunidades de negocios para la región: hidrolizados proteicos, colágeno y extractos de algas. Factores vinculados a la materia prima, el mercado y la tecnología definieron su selección, en un análisis que incluyó ocho criterios: disponibilidad del recurso, rendimiento del bioproducto, competitividad en el mercado, factibilidad técnica, diversidad de fuentes, número potencial de beneficiarios, integración de productos y costo alternativo del recurso.



Etapa clave de este proyecto es la generación de alianzas y redes técnicas y comerciales, tanto a nivel nacional como internacional. A través de ellas, se prospectaron iniciativas de desarrollo conjunto y se generó un portafolio de ideas. Para construir nexos de alta contribución a las iniciativas propuestas, se seleccionaron las organizaciones más relevantes en el ámbito de la biotecnología marina a nivel mundial.

Entre las principales alianzas establecidas, se encuentra EURECAT, Centro Tecnológico de Cataluña, en España, con una trayectoria de 30 años en alimentos funcionales y compuestos bioactivos. Cabe resaltar que este centro posee toda la tecnología para caracterizar completamente los subproductos e identificar los compuestos de interés. De Cataluña es también el LEITAT, instituto tecnológico con más de 40 años de experiencia en innovación industrial, especializado en modernizar las estructuras productivas para el desarrollo de productos naturales.

Otra entidad contactada fue ICIMAR, Instituto de Ciencias del Mar, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba; con más de 25 años de experiencia en I+D para bioproductos marinos, con desarrollos con aplicación biomédica e industrial. También se generaron vínculos con CECIF, Centro de la Ciencia e Investigación Farmacéutica de Colombia, institución que cuenta con una planta piloto con toda la plataforma tecnológica para elaboración de prototipos de bioproductos, entre otras organizaciones con altas capacidades tecnológicas.



Como culminación de este proyecto, liderado y ejecutado por Fundación Chile, se informa a la comunidad sobre alternativas de mayor sofisticación y que podrían aumentar la competitividad regional mediante la valorización de recursos marinos que hoy están sub aprovechados, o incluso tienen la calidad de subproductos (que a su vez generan costos y contaminación), abriendo además la puerta para un modelo de Economía Circular.

El promisorio desarrollo de la acuicultura en el centro norte de Chile y los esfuerzos que se están realizando -desde ámbitos públicos y privados- para aumentar la productividad de las áreas de manejo de la pesca artesanal, son antecedentes que respaldan las oportunidades detectadas por este proyecto.

Si bien los beneficiarios directos son empresas y asociaciones vinculadas a la pesca y acuicultura, toda la Región de Coquimbo gana con este desafío para valorizar sus recursos marinos. Mirando hacia el mar, desde distintos puntos de la zona, hoy podemos ver un horizonte de oportunidades de desarrollo, y por qué no, una futura "tierra de bioproductos".





ÍNDICE

Capítulo 1	7
Bioproductos de origen marino: salud y belleza bajo el mar	
Capítulo 2	19
El potencial de los recursos marinos de la Región de Coquimbo	
Capítulo 3	57
Bioproductos de origen marino en la arena del mercado	
Capítulo 4	97
La próxima frontera	
Bibliografía	100





CAPÍTULO 1

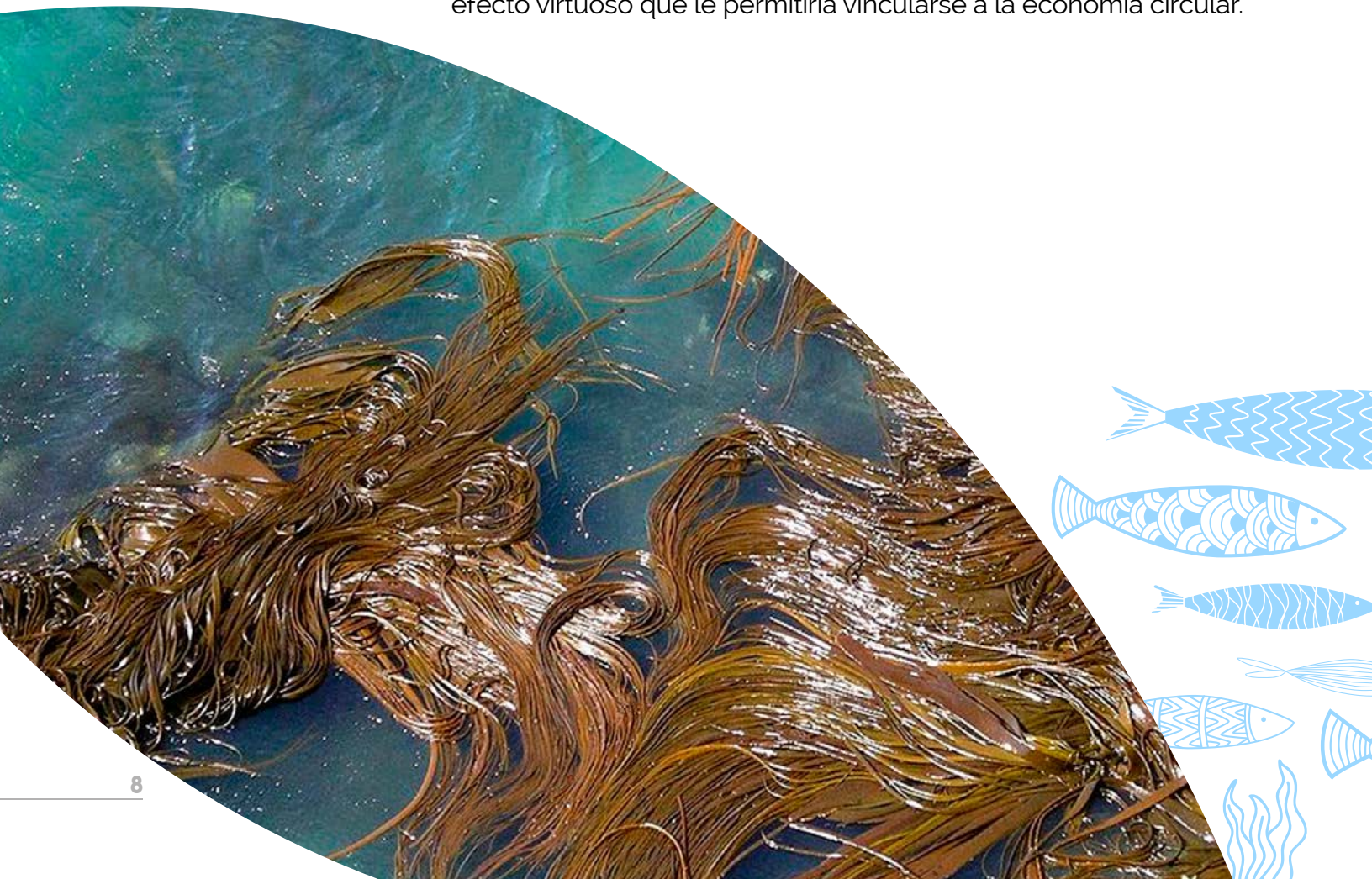
BIOPRODUCTOS DE ORIGEN MARINO: SALUD Y BELLEZA BAJO EL MAR

La inmensidad de los océanos se hace patente al dimensionar que cubren un 70% de la superficie planetaria, unos 360 millones de km², siendo el Océano Pacífico el más extenso, equivalente al 46% de la Tierra.

Enorme es también la biodiversidad marina, con 250 mil especies conocidas y miles aún por descubrir, estimándose que su riqueza supera con creces a la fauna que habita los continentes.

Sólo el avance de la ciencia y la tecnología ha permitido confirmar aquello que las generaciones anteriores intuían: la biodiversidad marina es rica en compuestos que trascienden las funciones básicas de alimentación y que extienden sus usos a la salud, la nutracéutica, los alimentos funcionales, la belleza y a otras industrias y actividades productivas; eso es a lo que llamamos bioproductos marinos. Una constatación que ha sido bienvenida por productores y consumidores que buscan opciones más naturales y saludables, a la vez que innovadoras, y que han permitido sustentar el impulso a los bioproductos de origen marino, constituyendo una auténtica "farmacia del mar".

La aplicación de biotecnología es la clave para identificar un bioproducto. Cuando es aplicada sobre especies marinas se habla de biotecnología azul, con herramientas biotecnológicas usadas sobre recursos, así como fracciones, productos o modelos de éstos. Que puedan utilizarse "fracciones" es particularmente relevante, dado que permite aprovechar como insumo incluso los desechos o descartes, disminuyendo el impacto ambiental de la actividad. Un efecto virtuoso que le permitiría vincularse a la economía circular.



UN MUNDO POR DESCUBRIR

A pesar de la verdadera revolución que ha significado la biotecnología para el aprovechamiento de los recursos naturales, casi todo el potencial que poseen los océanos permanece inexplorado y sigue siendo un desafío para la investigación y el desarrollo de bioproductos. La gran mayoría de los organismos marinos, primariamente microorganismos, están aún por ser identificados, e incluso para los organismos estudiados no hay suficiente conocimiento como para permitir su manejo y aplicación inteligentes.

Los organismos marinos constituyen una de las mayores fuentes de los recursos biológicos de la tierra. A menudo poseen características únicas a distintos niveles de organización estructural y funcional: vías metabólicas, sistemas reproductivos y mecanismos sensoriales y de defensa, lo cual los hacen ser un recurso de alto interés para la ciencia aplicada. Con el uso de biotecnología, las oportunidades de innovación a partir de sus compuestos son enormes.

De ahí que hoy se hable de "la farmacia del mar", por el gran número de organismos como microalgas, tunicados, esponjas e incluso corales, capaces de producir compuestos de interés para la salud. A partir de estos recursos, se han identificado moléculas con actividad anticancerígena, antiviral, antiinflamatoria, antioxidante, entre otras. Muchas de ellas aún están en etapa de investigación, especialmente las moléculas con actividad anticancerígena, cuya aplicación en humanos requiere de exhaustivos mecanismos de validación y control previos a su comercialización.





Hoy se habla de “la farmacia del mar”, por el gran número de organismos, como microalgas, tunicados, esponjas e incluso corales, capaces de producir compuestos de interés para la salud. A partir de estos recursos, se han identificado moléculas con actividad anticancerígena, antiviral, antiinflamatoria y antioxidante.

El mar también ofrece productos biotecnológicos de valor: pigmentos carotenoides (β -caroteno, astaxantina, zeaxantina), ácidos grasos poliinsaturados, antioxidantes y polisacáridos, entre otros, con aplicaciones que van desde la suplementación alimenticia hasta uso farmacéutico.

Asimismo, los bioproductos marinos también juegan un rol en la cosmética, con compuestos tales como el ácido hialurónico, colágeno, nácar, micosporinas, entre otros, con actividad para atenuar arrugas, mejorar elasticidad de la piel, efecto cicatrizante, fotoprotector, entre otros.

TENDENCIAS DE SALUD

En los últimos 30 años, la población mundial ha experimentado importantes cambios demográficos, sociales y económicos, los que han contribuido a modificar las condiciones de salud. Si bien ha aumentado la expectativa de vida, también lo ha hecho la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, hipertensión y cáncer (Atalah, 2012).

Numerosos países viven una verdadera epidemia de obesidad, factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas. Así lo demuestran las cifras mundiales, en donde un 58% de la diabetes tipo II es atribuible al sobrepeso, un 39% de la hipertensión, un 32% del cáncer de endometrio, un 23% de los accidentes cerebro-vas-



culares, 21% de las enfermedades coronarias y un 12% del cáncer de colon, entre otras (WHO, 2008).

Es por ello que los consumidores a nivel mundial están cada vez más conscientes de su autocuidado y buscan en el mercado aquellos productos alimenticios que contribuyan a su salud y bienestar, no solamente a satisfacer sus necesidades básicas de alimentación.

La industria de alimentos funcionales y nutracéuticos ha recibido un enorme impulso, ampliando su oferta y registrando crecimientos anuales de dos dígitos (CRN, 2013). En la última década, se han lanzado al mercado más de 6.000 productos para usos específicos en salud, cuyo mercado se estima que se expandirá con el incremento en la edad de la población y de sus ingresos. En el caso del mercado global de la nutracéutica (suplementos alimenticios y alimentos funcionales), éste fue valorizado en USD 272 billones en 2016 y se espera que llegue a USD 385 billones al año 2020 (Grand View Research, 2017; Hafiz, et al., 2015).

El mercado potencial de consumidores está recibiendo abundante información acerca de las propiedades saludables de los alimentos, a través de los diferentes medios y por estrategias de marketing de las empresas, en especial de aquellos alimentos que ejercen una acción beneficiosa sobre algunos procesos fisiológicos y/o reducen el riesgo de padecer una enfermedad. Estos alimentos, que promueven la salud, han sido denominados genéricamente alimentos funcionales (AF), y las empresas que los producen están siendo favorecidas por los consumidores, presentando una rápida expansión mundial.



Este escenario dibuja un horizonte de oportunidades para el sector de alimentos en Chile. Se trata de un contexto propicio para impulsar una industria que cuenta con innumerables ventajas comparativas y competitivas, como lo son la diversidad acuícola, el desarrollo tecnológico, la codificación del genoma humano y la caracterización de las principales fuentes de moléculas activas. Actualmente existe una base industrial con capacidades para dar el salto a una industria moderna y sofisticada, como la que podría surgir de la mano de los bioproductos.

EN CHILE, EL DOMINIO DE LOS “COMMODITIES” MARINOS

La industria de alimentos es el segundo conjunto de actividades más importante de la economía chilena. Sin embargo, a pesar del potencial de esta industria y de la oportunidad de mercado existente, las exportaciones chilenas de alimentos se concentran en productos frescos y semi transformados. Es decir, hay una escasa incorporación de valor y, por tanto, una menor diversificación y sofisticación de productos en comparación con otros países competidores en el contexto global, como Holanda, Bélgica o Italia (Transforma Alimentos, 2018).

Se propone (en el Programa para la Pesca Sustentable) generar valor agregado mediante el aprovechamiento y valorización de los descartes y subproductos de especies capturadas (arrastre principalmente), de manera de generar una serie de productos a partir de desechos de pescado, tales como colágenos, pigmentos, concentrados de calcio, hidrolizados proteicos, etc.

En el caso de la industria acuícola y pesquera, la escasa incorporación de valor se hace patente. Esta concentra principalmente su actividad, con algunas excepciones, en productos congelados poco elaborados; es decir, su actividad se basa en capturar/ cultivar, procesar, congelar y exportar productos para consumo humano. Por otra parte, las empresas productoras fabrican y exportan principalmente "commodities", por lo que se puede indicar que las transformaciones que se realizan en los principales recursos extraídos tienen como resultado productos congelados y fresco-refrigerados (Transforma Alimentos, 2016).

Los registros al año 2014 indicaban que en Chile los principales recursos exportados, dirigidos al consumo humano, estaban en promedio por debajo de los 5.000 USD/ ton, correspondiendo a recursos de bajo valor respecto a sus competidores en el mercado internacional.

Para el caso particular de recursos extraídos por la flota artesanal y que son exportados, se puede observar que los tipos de productos más importantes son congelados y conservas, aunque también existen algunos desarrollos de mayor valor, por lo que son capaces de enfrentar precios superiores en el mercado internacional (por encima de los 10.000 USD/ ton) (Programa Estratégico Pesca Sustentables, 2015).

Entre las iniciativas nacionales que han buscado aumentar el valor agregado de los recursos marinos está el Programa de Pesca Sustentable (2015), que identificó como brecha la implementación de una estrategia país de desarrollo de mercados pesqueros internacionales, como una forma de solucionar el problema del bajo valor de las exportaciones nacionales.

Para disminuir la brecha relacionada a mercado y negocio, el Programa para la Pesca Sustentable propuso el eje de acción "Valor de marca y posicionamiento internacional y nacional de productos pesqueros sustentables", donde una de las soluciones propuestas se relaciona con el desarrollo, fomento y facilitación en el incremento de valor agregado en productos pesqueros. Se resalta la posibilidad de generar valor agregado en la exportación de recursos provenientes de la actividad artesanal, tales como erizo, loco, mitilidos, centolla, entre las principales. Además, y esto es clave para la temática de los bioproductos, se propone generar valor agregado mediante el



"...una de las soluciones propuestas se relaciona con el desarrollo, fomento y facilitación en el incremento de valor agregado en productos pesqueros. Se resalta la posibilidad de generar valor agregado en la exportación de recursos provenientes de la actividad artesanal, tales como erizo, loco, mitilidos, centolla, entre las principales."

Fuente: Programa para la Pesca Sustentable.



aprovechamiento y valorización de los descartes y subproductos de especies capturadas (arrastre principalmente), de manera de generar una serie de productos a partir de desechos de pescado, tales como colágenos, pigmentos, concentrados de calcio, hidrolizados proteicos, etc.

Toda esta actividad para valorizar los productos del mar, en un marco que reconoce esta oportunidad de desarrollo para los alimentos en general y la existencia de capacidades para dar ese salto, está a cargo del Programa Estratégico Nacional de Alimentos (PEN). Se trata de una apuesta para sofisticar y diversificar el sector de alimentos chilenos, en donde la incorporación de valor puede conformar una industria que produzca nuevos productos competitivos y aliente la creación de otros focos de desarrollo, como la industria de ingredientes especializados o los servicios de alto valor con capacidad exportadora. El PEN Alimentos Saludables tiene como misión contribuir a diversificar la matriz productiva y exportadora chilena, y a reforzar y avanzar en su posicionamiento competitivo en el mundo.



REGIÓN ESTRELLA

En este contexto nacional en que se busca dar un paso más allá de los commodities, la región de Coquimbo lleva la delantera. La autodenominada "Región Estrella" puso en práctica la Estrategia Regional de Innovación, que promueve la aparición y consolidación de un modelo de actividad económica generador de un mayor nivel de valor agregado, que contribuya al desarrollo de una economía sustentable para la zona en el mediano y largo plazo.

Específicamente, la región de Coquimbo se ha planteado el desarrollo de un Programa Estratégico Regional (PER) denominado "Región de Coquimbo Fuente de Agregación de Valor y Bioproductos Marinos, MásMar", que busca transformar a la zona en una fuente de bioproductos y productos con valor agregado de origen marino, a partir de la mejora de procesos, tecnologías y recursos asociados, ambientalmente sostenibles, que permitan al sector pesquero y acuícola aportar al crecimiento y desarrollo regional, cuyo principal desafío es la diversificación y sofisticación.

Para lograr este objetivo, el PER de Coquimbo se ha propuesto identificar los desafíos y oportunidades de negocios de alto potencial, a través de la generación, articulación y difusión de iniciativas, de la cual el proyecto de "Identificación de bioproductos provenientes de recursos marinos" es parte fundamental.

Por otra parte, el presente proyecto también se alinea con los ejes estratégicos planteados por el PER Coquimbo, promoviendo el acceso de las empresas procesadoras de alimentos hacia nuevos



Según el Programa Estratégico Regional de Coquimbo, se estima una mayor proyección de crecimiento para los bioproductos, donde los principales mercados potenciales internacionales identificados son farmacéuticos, alimentos funcionales y nutraceuticos, y cosmetología.

negocios a identificar, apoyando a las empresas en la producción de bioproductos y alimentos con valor agregado.

Actualmente, a nivel regional, la elaboración de alga seca y harinas de pescado, crustáceos y moluscos a partir de los desechos, se cuantifica en aproximadamente USD 26,9 millones; teniendo un potencial de alcanzar cerca de USD 162,9 millones mediante la diversificación y sofisticación en bioproductos, considerando sólo la elaboración de agar-agar, carragenina, ácido alginico, astaxantina, colágeno, gelatina y quitina.

Entre los principales bioproductos identificados para la Región de Coquimbo se encuentran polisacáridos como alginatos, carragenanos, agar, fucoidanos, ulvanos y azúcares, pigmentos como carotenoides, compuestos fenólicos y halogenados, lípidos, proteínas como colágeno, gelatina, albumina, protamina, péptidos bioactivos, aminoácidos, quitina, quitosano y derivados.

Según el Programa Estratégico Regional de Coquimbo, se estima una mayor proyección de crecimiento para los bioproductos, donde los principales mercados potenciales internacionales identificados son farmacéuticos, alimentos funcionales y nutraceuticos, y cosmetología (PER MásMar, 2016). En base a las tendencias de consumo e inversión por parte de las empresas a nivel mundial, los mercados que presentan un mayor potencial de crecimiento para la investigación, desarrollo y comercialización de nuevos bioproductos de origen marino son el farmacéutico y el de alimentos funcionales y nutraceutica.






CAPÍTULO 2

EL POTENCIAL DE LOS RECURSOS MARINOS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO

Tal como ocurre en distintos puntos de la extensa costa chilena, en la Región de Coquimbo la actividad de la pesca, tanto artesanal como industrial, es intensa. A ello se suman los cultivos acuícolas presentes en algunas bahías.

En ese entorno de pesca y creciente acuicultura, hoy se buscan nuevas oportunidades para el desarrollo de bioproductos marinos, apuntando a que estos se conviertan en activos estratégicos para la región. Industrias de alimentos, nutracéutica y/o cosmética son el objetivo final para estos compuestos obtenidos a partir de los recursos con mayor presencia en la zona.



Peces, macroalgas, moluscos, crustáceos y otros organismos, son algunas de las fuentes marinas en las que se estudió su potencial para el desarrollo de bioproductos, los cuales podrían ser derivados de proteínas (hidrolizados, péptidos, colágeno, gelatina), ácidos grasos poliinsaturados, ácido hialurónico, polisacáridos (fucanos, carragenanos, alginatos y agar), pigmentos (fucoxantina, ficoeritrina, ficocianina), antioxidantes (florotaninos), extractos de algas, micosporinas, quitina y derivados (quitosano y glucosamina) y otras moléculas bioactivas.

LOS PECES Y SUS DERIVADOS DE PROTEÍNAS

Los peces representan una buena fuente de bioproductos. En ellos se identifican principalmente compuestos derivados de las proteínas –hidrolizados proteicos, péptidos bioactivos, colágeno, gelatina, entre otros–, siendo la principal variante la concentración de estos bioproductos según cada especie o fracción de ésta.

Las posibilidades no están solo en la especie completa, siendo también aprovechables sus desechos. Se estima que por cada tonelada de pescado consumido, se genera a lo menos una tonelada de subproductos no comestibles, en su mayoría vísceras, piel, huesos, cabeza, cola, aletas y sangre. Las opciones actuales de procesamiento de estos subproductos son la producción de harina y aceite de pescado, hidrolizados y concentrados proteicos, nutracéuticos y ensilaje.

Pirámide de valor dentro del mercado de consumo animal y humano (Hofseth Biocare, 2012).



También se han encontrado aplicaciones no nutricionales, tales como la producción de fertilizantes, compost y productos para la elaboración de cosméticos, teniendo estos últimos un alto valor de mercado, que es dependiente de su aplicación y pureza.

La evidencia científica mundial es amplia y detallada, y en ella se aborda un abanico de procesos tecnológicos para la obtención de bioproductos de alto valor nutricional, funcional, tecnológico-industrial y farmacéutico. No obstante, solo algunos bioproductos provenientes de peces marinos han logrado penetrar en el mercado. Un actor clave en esa avanzada es el aceite de pescado con alto contenido en Omega 3, de aplicación creciente en fórmulas infantiles, nutrición deportiva y cuidado de la salud.

En la figura anterior, se observan las alternativas de uso según el grado de sofisticación y valor, tanto para alimentación humana como animal.

Sólo algunos bioproductos provenientes de peces marinos han logrado penetrar en el mercado. Un actor clave en esa avanzada es el aceite de pescado con alto contenido en Omega 3, de aplicación creciente en fórmulas infantiles, nutrición deportiva y cuidado de la salud.



MOLUSCOS COMO RECURSO FUNCIONAL

Los moluscos son una fuente de variadas moléculas bioactivas de alto valor, cuya composición y funcionalidad dependen directamente de la especie. Existen a nivel internacional extensos antecedentes sobre algunos de éstos; sin embargo, la mayoría corresponden a especies que no se encuentran en Chile, por lo cual se debe evaluar si las moléculas y su funcionalidad son extensibles a los moluscos similares presentes en el territorio nacional.

Si bien este recurso se ha utilizado principalmente como fuente alimenticia, actualmente existe algún grado de investigación en distintas áreas, como bioquímica, parasitología, medicina, cosméticas, entre otras. Por ejemplo, moluscos pertenecientes a la familia *Conidae* producen un veneno –actualmente en evaluación– que podría usarse como tratamiento en accidentes cerebrovasculares y otras enfermedades del corazón, y para producir nuevos fármacos para el control del dolor crónico, como el medicamento Ziconotide, aún en espera de la aprobación de la *US Food and Drug Administration* (FDA).



Otro caso interesante es el extracto de la almeja *Mercenaria mercenaria L.*, en que la mercenina es un fuerte inhibidor del crecimiento de diversos tipos de cáncer, lo que por ahora sólo se ha probado en tratamiento de ratones. Por su parte, la paolina obtenida a partir de abalón, ha demostrado ser un inhibidor eficaz de ciertas bacterias resistentes a la penicilina, como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* y *Salmonella tifus*.

Dignos de mencionar son también los concentrados elaborados a partir de ostras con propiedades antivirales, y los hilos y fibras de algunos mejillones (familia *Mytilidae*) utilizados como bio-pegamentos en cirugía. Estudios en especies como las *Xenophoridae* investigan sus propiedades para tratar fracturas óseas, mientras que la concha del abalón tendría beneficios para mejorar la visión.

Las perlas de las ostras podrían utilizarse como medicamento tópico para los ojos y se ha demostrado científicamente que posee ciertos efectos antiinflamatorios sobre la conjuntivitis.

También se ha identificado que la jibia es utilizada para obtener enzimas y otros compuestos de alto valor comercial, como colágeno y gelatina.



Si bien los moluscos se han utilizado principalmente como fuente alimenticia, actualmente existe un alto grado de investigación en distintas áreas, como bioquímica, parasitología, medicina, cosmética, entre otras.

CRUSTÁCEOS Y EL APORTE DE SU CAPARAZÓN

A nivel internacional, se ha generado un creciente número de nuevos bioproductos obtenidos desde crustáceos marinos, entre los que destacan la glucosamina, la quitina y el quitosano. Su demanda comercial se ha extendido en diferentes mercados, como los cosméticos, la medicina, biotecnología, alimentos y textiles.



Los caparazones de muchos crustáceos, entre ellos el camarón y el langostino, contienen proteínas, lípidos, polímeros y pigmentos, junto con otras cualidades nutricionales, que hacen de este subproducto una interesante fuente de compuestos nutricionales, tecnológicos y funcionales, tales como el pigmento tipo carotenoide llamado astaxantina, utilizado principalmente para conferir color a muchas especies acuícolas, como truchas arco iris y salmones, el cual se les entrega mediante el alimento. Este carotenoide es reconocido por su potencial antioxidante y antiinflamatorio, por lo que se le asocia además a incidencias positivas en la proporción de lípidos en sangre, parámetros oculares, resistencia al ejercicio y fertilidad masculina.

Asimismo, las cabezas de camarón son la materia prima principal en la producción de quitina y quitosano, con variadas aplicaciones en distintos campos. Particularmente en la industria alimentaria, la quitina y el quitosano tienen usos como aditivos en los alimentos (espesantes, gelificantes y emulsificantes), como recubrimientos protectores comestibles y como clarificadores de bebidas y alcoholes.

El camarón presenta un pigmento tipo carotenoide llamado astaxantina, reconocido por tener un elevado potencial antioxidante y antiinflamatorio, por lo que se le asocia a incidencias positivas en la salud de las personas.



MACROALGAS PARA MÚLTIPLES USOS

"Aquí comemos algas", se anuncia en diferentes restaurantes de la Región de Coquimbo como parte de una campaña para valorizar el recurso presente en la zona desde el punto de vista gastronómico. Su consumo directo como alimento es solo uno de los muchos usos que se les da a las algas en el mundo, empleadas también como suplementos en animales y humanos, como materia prima para la extracción de ficocoloides y como bioestimulante o biofertilizante en la agricultura (Cardoso, 2014), entre otros.

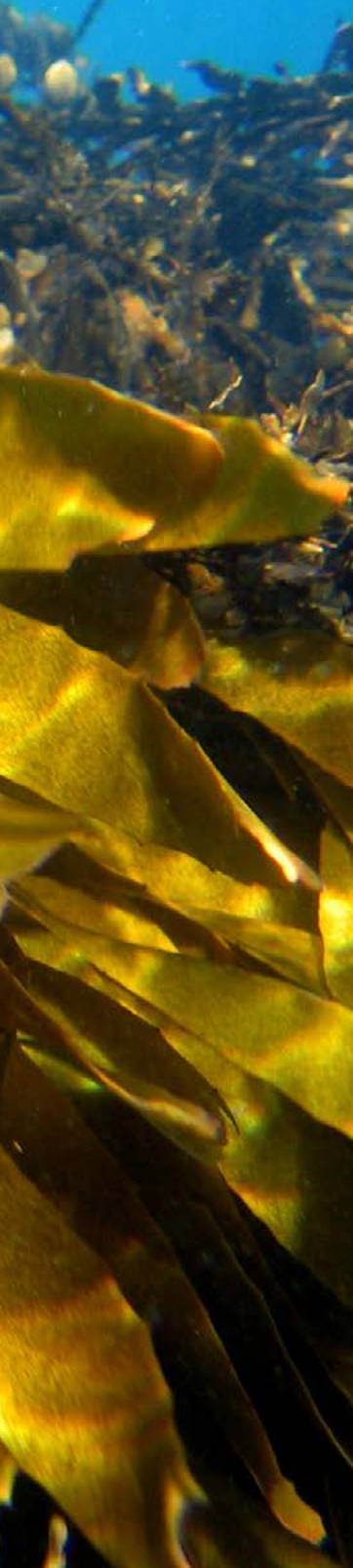
En Chile, existe una industria desarrollada alrededor de este recurso, la cual se basa en la exportación de macroalgas en formato picado y deshidratado, sin mayor procesamiento. También se realiza la extracción de hidrocoloides como el agar, siendo el tercer exportador global de este producto.

Diversos estudios y proyectos a nivel mundial buscan identificar compuestos y funcionalidades en la salud asociados a macroalgas. De hecho, la mayoría de los proyectos relacionados con bioproductos marinos en los últimos años corresponden a estudios en algas.

Entre los bioproductos o compuestos más reconocidos se encuentran los hidrocoloides como carragenina, agar y alginatos, aceites ricos en Omega 3, polisacáridos sulfatados como los fucanos, pigmentos y antioxidantes, como fucoxantina y florotaninos, respectivamente.

Las algas también pueden ser fuente de hidrolizados proteicos y péptidos bioactivos. Se ha encontrado actividad en péptidos presentes en hidrolizados proteicos de algas (Samarakoon, et al., 2012) y en particular, actividad inmunosupresora en péptidos presentes en hidrolizados proteicos obtenidos de los desechos del proceso de extracción de ficocoloides de *Pyropia columbina* (Cian, et al., 2012a, Cian, et al., 2012b).

Se ha demostrado que existe estacionalidad y otros efectos ambientales en la acumulación de compuestos de las macroalgas (Karsten, et al., 1993). De ahí la importancia de considerar una selección de material genético y de alguna forma controlar las condiciones ambientales mediante el cultivo de este recurso, procurando además mantener la sustentabilidad de éste.



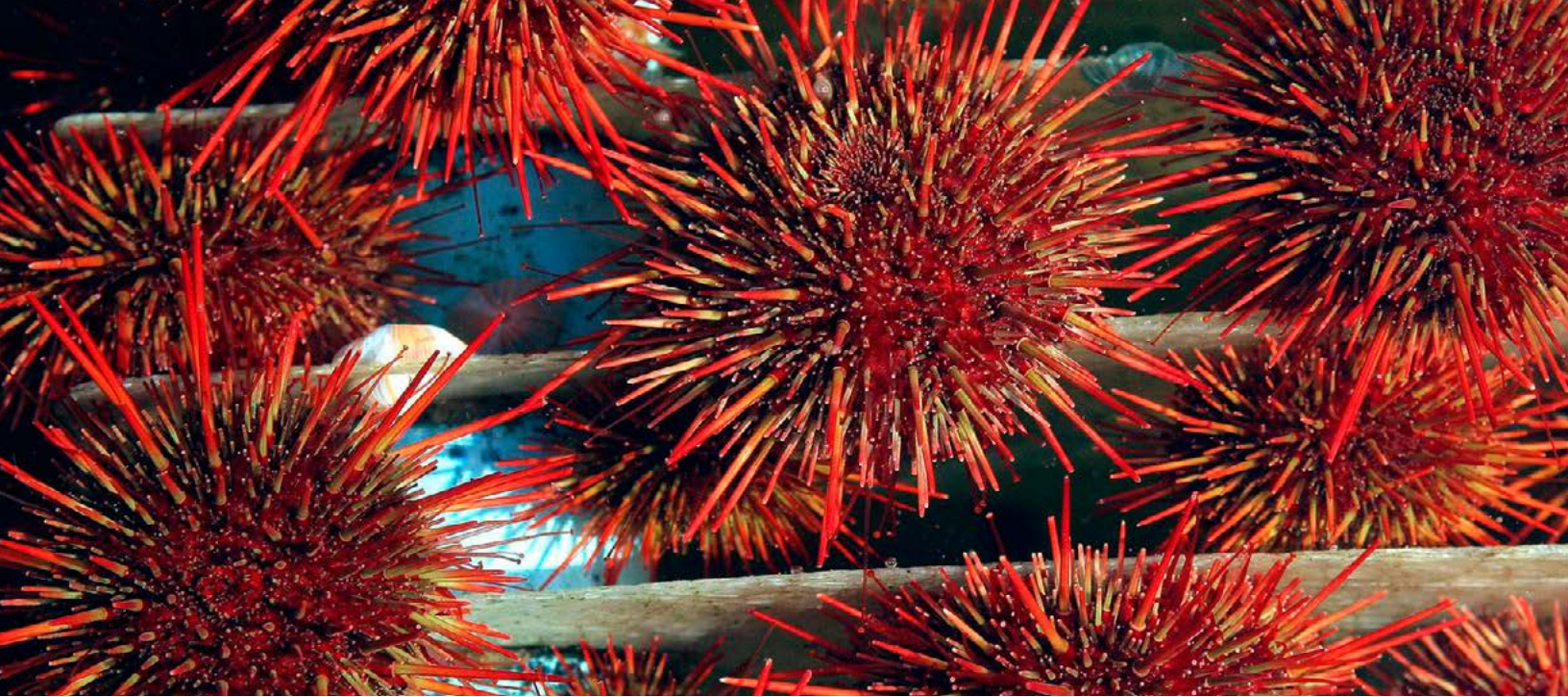
Es así como las condiciones de la costa chilena (corriente de Humboldt, alta radiación UV) podrían repercutir en que los bioproductos obtenidos desde macroalgas tendrían características especiales. En el caso de *Pyropia columbina* se ha demostrado una mayor presencia de MAAs (aminoácidos tipo micosporina) a mayor radiación (Peinado, et al., 2004).

OTROS RECURSOS EN LA MIRA

Existen reportes de fucanos aislados de invertebrados marinos, como erizos y pepino de mar (Berteau y Mulloy, 2003), en que las especies investigadas no corresponden a las mismas presentes en la Región de Coquimbo. A diferencia de las algas- en que también están presentes estos compuestos- el contenido de estas biomoléculas en invertebrados marinos es mucho menor y su extracción más compleja. Por ello, a menos que se trate de polisacáridos con una estructura muy diferente a la presente en las algas –lo que le confiera propiedades especiales–, se estima poco probable la extracción de fucoidanos desde invertebrados como una verdadera oportunidad.

Conocida es la capacidad de los ascidiáceos como el piure, de acumular metales como el vanadio, pero también titanio y hierro (Román, et al., 1988, Michibata, et al., 2002). Existe una patente para el uso de tunicados en alimentación animal –dado su contenido proteico, lipídico y minerales–, en que si bien no es parte de las reivindicaciones, en la descripción se menciona *Pyura chilensis* como una de las posibles fuentes.

En Chile, existe una industria alrededor de las macroalgas, desarrollada sobre la base de la exportación de este recurso en formato picado y deshidratado, sin mayor procesamiento.



Acerca del erizo y picoroco, hay estudios que mencionan su capacidad antioxidante o posible fuente de biomateriales (Mamelona, et al., 2011 e Ige, et al., 2012). Entre las esponjas, el Phylum *porifera* contiene cerca de 15.000 diferentes especies, caracterizadas por la peculiar diversidad y naturaleza química de las biomoléculas presentes. En los años 50 se aislaron desde *Cryptotethya crypta*, la esponotimidina y la espongouridina, nucleósidos que fueron base de la síntesis del primer agente anticáncer derivado de un organismo marino. Desde esa época, se han aislado más de 5.300 productos con actividades antibióticas, antitumorales, antiinflamatorias, antivirales, inmunosupresoras y anti malaria (Luiten, et al., 2003; Fusetani, 2010). Adicionalmente, se han identificado terpenos bioactivos, esteroides, péptidos cíclicos, alcaloides y ácidos grasos de naturaleza química inusual en el resto de las especies animales (Faulkner, 2001; Ige, et al., 2018). Si bien se han descubierto múltiples moléculas con efectos específicos para el tratamiento o prevención de enfermedades, casi la totalidad de éstas terminan siendo sintetizadas químicamente, disminuyendo los costos de producción y permitiendo una estandarización del producto, por lo cual es poco probable que la extracción de estos compuestos se realice a partir de su fuente natural. Es así como ya se encuentran en el mercado moléculas de alto valor de origen marino, como el acyclovir (marca comercial Zovirax) y la trabectedina (marca comercial Yondelis) –que corresponden a un antiviral y a una droga anticáncer–, derivadas de moléculas aisladas de organismos marinos (esponja y tunicado, respectivamente). Estas fueron sintetizadas químicamente a partir de la estructura de la molécula original, utilizando la biología molecular o sintética para producirlos.



BIOPRODUCTOS A PARTIR DE LOS RECURSOS

HIDROLIZADOS PROTEICOS Y PÉPTIDOS

Los hidrolizados proteicos y sus respectivas fracciones de péptidos funcionales y/o bioactivos, son obtenidos principalmente de subproductos de la pesca y acuicultura; como pescados, moluscos y crustáceos, aunque también hay evidencias del uso de macroalgas.

Estos bioproductos poseen variadas aplicaciones en alimentación animal y humana, en ingredientes funcionales, nutracéuticos e industria cosmética, según su estructura y forma de obtención, la cual es principalmente mediante hidrólisis ácida o enzimática.

En general, las proteínas hidrolizadas de uso alimentario o nutracéutico se obtienen a partir de bioprocesos mediados por una reacción enzimática controlada, tecnología que ha evolucionado significativamente en las últimas dos décadas con el desarrollo de enzimas específicas. En las patentes de los últimos 10 años se protegen principalmente los procesos de obtención (por ejemplo, uso de microorganismos para producir la hidrólisis) o sus usos, donde destacan los usos médicos (antidiabetes, antihipertensivo, antimicrobiano), nutracéuticos (control del peso), cosméticos y aplicaciones en alimentos (estabilizante). El principal origen de estas patentes proviene de China, seguido de Japón, Corea y Noruega, las cuales se solicitan patentar en múltiples países, incluidos Chile.

Si bien China es el principal actor en este campo, especialmente a través de desarrollos de universidades, la mayoría de las organizaciones solicitantes en el resto del mundo son empresas, resaltando propiedades como ingredientes funcionales o nutracéuticos de los hidrolizados, y aplicaciones terapéuticas.

Un modelo interesante a seguir es el de Compagnie des Peches Saint Malo¹. Esta empresa francesa tiene varias patentes relacionadas a hidrolizados proteicos de peces con aplicaciones nutracéuticas y farmacéuticas, incluyendo pérdida de peso, disminución del apetito y mantención de los huesos. Entre las especies mencionadas figura *Trachurus spp.* y *Scomber scombrus*. Uno de sus productos es Slimpro, a base de proteína de *Micromesistius poutassou*, que ayudaría a mantener un peso adecuado.

Llama también la atención la norteamericana Green Earth Industries LLC, con sede en Washington DC, que tiene patentes relacionadas al proceso de hidrólisis de productos marinos y sus subproductos, para convertirlos en productos de valor que publicitan como fuentes proteicas, peptonas y aminoácidos. En estos productos destacan atributos como "libre de GMO" (Genetically Modified Foods), "libre de BSE" (Bovine Spongiform Encephalopathy o enfermedad de la vaca loca) y libre de influenza aviar. Hay que considerar que todos estos atributos son propios de los hidrolizados de origen marino y se pueden utilizar como elemento diferenciador.


(1) <http://www.compagniedespeches.com>



Como se mencionó anteriormente, a partir del proceso de hidrólisis de proteínas es posible realizar la separación de moléculas o péptidos según su tamaño. Estos podrían tener distintas funcionalidades, dependiendo de la materia prima de origen, tipo de hidrólisis realizada y tamaño de molécula, entre otros factores.

La actividad biológica, funcional o farmacológica de péptidos derivados de una hidrólisis, o de los hidrolizados proteicos de diferentes orígenes, es ampliamente conocida. En el caso de hidrolizados proteicos a partir de peces, se han descrito péptidos con actividades antimicrobiales, antioxidantes, antihipertensivos, entre otras (Halim, et al., 2016).

En moluscos, hay también evidencia de ello. Se han detectado péptidos provenientes de especies de ostras con actividad antioxidante, anticancerígena, antihipertensivo, entre otras (Wang, et al., 2014, Umayaparvathi, et al., 2014, Wang, et al., 2008, Chen, et al., 2013, Dong, et al., 2010). Lo mismo ocurre con otros bivalvos no presentes en la región (Chi, et al., 2015) o en el caso del chorito (*Mytilus edulis*), en que también existen referencias de actividad funcional de péptidos provenientes de hidrolizados proteicos con actividad hepatoprotectora (Park, et al., 2016), antioxidante (Wang, et al., 2013), entre otras.



En el caso de hidrolizados proteicos a partir de peces, se han descrito péptidos con actividades antimicrobiales, antioxidantes, antihipertensivas, entre otras (Halim, et al., 2016).



También se ha encontrado en el abalón actividad antioxidante en péptidos provenientes de hidrolizados de vísceras (Zhou, et al., 2012a, Je, et al., 2015, Zhou, et al., 2012b).

Destaca entre las especies presentes en la región la ostra del pacífico, *Crassostrea gigas*, en que se han descrito péptidos con actividad inmunomoduladora en ratas (Wang, et al., 2010), con actividad contra el virus VIH (Lee y Maruyama, 1998; Lee, 2010), y con actividad hepatoprotectora (Shi, et al., 2015).

En moluscos, ocurre además que péptidos antimicrobianos son parte de su sistema de defensa (no se obtienen por hidrólisis enzimática), como por ejemplo las defensinas de ostras y choritos, mytilinas, myticinas y mytimycinas de *Mytilus sp.*, las cuales ya han sido aislados (Natarajan, et al., 2016).

Se ha encontrado también evidencia de péptidos bioactivos en cefalópodos (Besednova, et al., 2017), específicamente péptidos que ayudan a mantener la presión arterial y otros con actividad bactericidas (Choi, et al., 2015).

Como en los moluscos, parte del mecanismo de defensa inmunológico de los crustáceos incluye péptidos con actividad bactericida, como las penaeidinas y crustinas (Natarajan, et al., 2016). Sin embargo, la producción del péptido recombinante (expresión del gen en otro sistema) o el péptido sintético, son salidas más probables que la purificación del péptido a partir del animal.

Es interesante mencionar que la firma suiza Firmenich Cie, de fragancias y saborizantes, tiene más de 20 patentes solicitadas entre 2015 y 2018, para aplicaciones nutracéuticas de péptidos marinos en varios países.



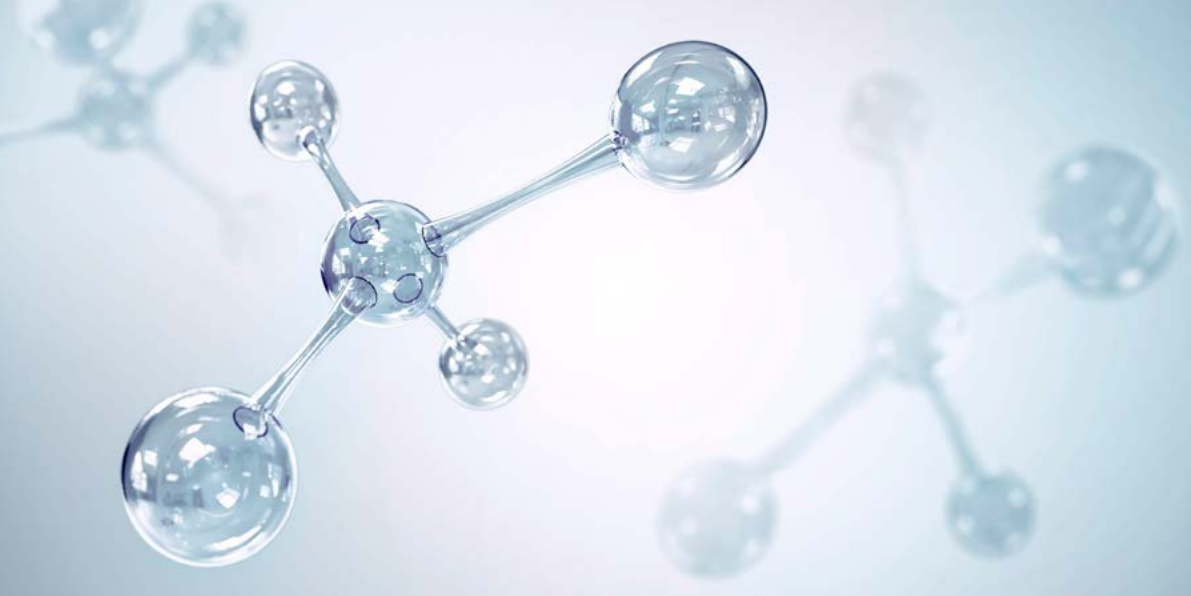
COLÁGENO Y GELATINA

El colágeno es una molécula proteica presente en todos los animales. En vertebrados corresponde generalmente al 30% de la proteína y en organismos acuáticos, entre el 1% y el 12%, aunque en jibia se ha reportado que entre el 15 al 18% de la proteína presente es colágeno (Torres-Arreola, et al., 2008). Derivado del colágeno es la gelatina, que se obtiene por hidrólisis ácida, hidrólisis alcalina o hidrólisis enzimática. La principal fuente industrial de ambos compuestos es la piel y huesos de cerdos y vacunos, aunque los consumidores están valorando cada vez más los de origen marino o de fuentes alternativas, debido a la posible transmisión de enfermedades como la ya mencionada encefalopatía espongiforme bovina (EEB, o BSE en inglés) y la fiebre aftosa, además de barreras religiosas. Tanto el colágeno como la gelatina tienen importantes aplicaciones tecnológicas en alimentos y nutraceuticos.



El colágeno es utilizado principalmente en la industria cosmética para fortalecer uñas, para la nutrición capilar y en cremas humectantes para la piel. También se usa en la industria farmacéutica para la microencapsulación de vitaminas y fármacos, como recubrimiento de pastillas y para producir pomadas. En países como Japón es incorporado en gran cantidad de alimentos, mientras que en Europa y Estados Unidos es comercializado como suplemento alimentario, siendo ampliamente utilizado como suplemento para deportistas y en la generación de masa muscular o "body building" (Cheung, et al., 2015).

En el caso de la gelatina, la industria que más la utiliza es la de bebidas y alimentos, por sus propiedades tecnológicas de formación de geles- en aplicaciones como jellies, marshmallows-, absorción de agua, emulsionante, estabilizador, formación de películas biodegradables, etc. No obstante, se espera que su uso tenga un rápido crecimiento en los próximos años en el área de nutraceuticos y farmacéuticos (Research, 2015).



En la última década, numerosos estudios se han ocupado de la hidrólisis enzimática del colágeno o la gelatina para la producción de péptidos bioactivos. Además de explorar diversos tipos de bioactividades de naturaleza antimicrobiana, antioxidante o antihipertensiva, los estudios también se han centrado en el efecto de la ingesta oral en animales y humanos, revelando la excelente absorción y metabolismo de los péptidos.

La producción de colágeno y gelatina a partir de especies alternativas no mamíferas ha adquirido importancia, en gran medida como una forma de valorizar los subproductos de los procesos industriales de pescado principalmente, siendo la piel una excelente fuente de aquellos. Recientemente, se han extraído también de escamas y aletas, descartes de pescado procesado, así como de otros organismos acuáticos como el pepino del mar y calamar gigante. Estos compuestos tendrían propiedades reológicas y termoestables, como las de los colágenos y gelatinas de mamíferos, por lo que servirían para aplicaciones similares (Ezquerro-Brauer, 2018).

Se considera que el colágeno de origen marino tiene mayor biodisponibilidad que el de origen porcino o bovino, por lo que tiene mejor precio. Si bien la evidencia científica sugiere que esta biodisponibilidad se debe a un mayor grado de hidrólisis, más que a una diferencia estructural, los suplementos de colágeno de origen marino son considerados y promocionados como superiores (Coelho, et al., 2017).

Si se revisan las patentes específicamente referidas a colágeno marino de los últimos 10 años, se encuentran numerosas aplicaciones médicas que van desde dispositivos para aplicación directa en heridas hasta composiciones farmacológicas que lo contienen, junto a otros componentes, para el tratamiento de patologías como demencia, tumores, alopecia y otras. Tratándose de aplicaciones

cosméticas, nutracéuticas y/o farmacológicas, casi siempre se encuentran combinados con otros compuestos y no necesariamente como componente mayoritario. Así mismo, también se abordan métodos para obtener colágeno marino de mejor calidad o junto con otros bioproductos como la condroitina. Entre los principales actores de patentamiento, China es por lejos el territorio con mayor actividad, frecuentemente en el área de los bioproductos marinos, seguido de Japón, Corea y Estados Unidos. Latinoamérica no es activo como desarrollador de tecnologías ni como mercado objetivo. Esto podría verse como una ventaja para usar información de patentes para desarrollos nuevos; sin embargo, hay que considerar que si bien el patentamiento es territorial y podrían ocuparse esas tecnologías en Chile, los productos desarrollados no podrían ir a los mercados en que las patentes se encuentran vigentes.

Entre las 25 principales organizaciones que solicitan patentes asociadas a colágeno marino, destacan la china Changsha Xiehaoji Biology, cuyas solicitudes se relacionan con aplicaciones nutracéuticas, cosméticas, productos de limpieza y otros. La japonesa Nonogawa Shoji YK, que vende y distribuye alimentos y bebidas, presentó cerca de 20 solicitudes entre 1999 y 2004, siendo otorgadas 5 de ellas, la mayoría relacionadas a aplicaciones cosméticas.

Por otra parte, UHA Mikakuto presentó junto a la Universidad de Kindai (Japón) una patente relacionada a un método para la obtención de colágeno de características químicas muy específicas. La empresa de confites tiene una línea saludable de suplementos alimentarios, entre ellos gomitas con colágeno².

(2) <https://www.uha-mikakuto.co.jp/>



Es interesante mencionar el caso de Francia, donde gran parte de las patentes corresponden a la empresa Colética, con tecnologías de purificación de colágeno a partir de peces para uso médico. Otra es la química Gelatines Weishard, con solicitudes recientes para aplicaciones farmacológicas. Esta empresa elabora diversos tipos de gelatinas y colágenos de distintos orígenes, como NatiCol; colágeno hidrolizado a partir de pescado para uso en la industria de alimentos, cosmética y nutracéutica³.

En Alemania son interesantes las patentes recientes de Klinipharm GmbH y las previas de Lohmann & Rauscher GmbH & Co., también con aplicaciones médicas de colágeno marino. La primera ha identificado compuestos bioactivos con efectos positivos en la salud a partir de esponjas marinas, cuyos productos de marca SpongiCol, Vesigel y Eleana agregan colágeno marino. Entre sus productos hay para el cuidado de la piel, balance hormonal y enfermedades inflamatorias, que utilizan nanopartículas de colágeno marino junto a otros ingredientes⁴.

(3) <https://www.weishardt.com/>

(4) <http://www.klinipharm.com/>

ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS (OMEGA 3)

También llamados HUFAs (por sus siglas en inglés "Highly Unsaturated Fatty Acids"), son obtenidos principalmente de vísceras y subproductos de pescado. Estos bioproductos tienen variadas aplicaciones en alimentación humana, ingredientes funcionales y nutracéuticos.

Es importante destacar que, en el proceso de hidrólisis enzimática de pescado para la obtención de proteínas hidrolizadas, también se obtiene aceite de pescado como un producto secundario, el cual es de alta calidad. La referencia al aceite como producto secundario se debe a que no es el objeto primario del proceso; no obstante, en especies de peces adultos, el contenido lipídico puede incluso superar el contenido proteico (González, et al., 2011).

El uso de aceite refinado de pescado para consumo humano está dado principalmente por los altos niveles de los ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), ácidos grasos con comprobadas propiedades beneficiosas para la salud. Éstos se consumen principalmente como suplementos encapsulados o a través de alimentos funcionales enriquecidos en Omega 3 (Shepherd y Jackson, 2013). Su uso farmacológico se evidencia en la US National Library of Medicine (clinicaltrials.gov) donde existen más de 1.000 estudios en curso o completados sobre el efecto del Omega 3 en funciones hepáticas, depresión, acné, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, anemia y hasta algunos casos de cáncer (mamario, próstata, ovario, colon). Específicamente en el caso de Omega 3 de origen marino, se concluye las variadas funcionalidades farmacológicas y nutracéuticas de los aceites marinos y lo activa que es la investigación en este campo.

En cuanto a "claims" aprobados por la EFSA (European Food Safe Authority) respecto a Omega 3, al menos nueve pueden ser utilizados en productos que contengan EPA y DHA como ingrediente funcional, con mensajes para salud del cerebro, funcionamiento normal del corazón, visión normal, desarrollo normal del cerebro del feto y lactantes, mantención de presión sanguínea y mantención de presión arterial.





En la producción de extractos ricos en Omega 3 de origen marino destaca en Chile la empresa Golden Omega⁵, cuyos productos se ofertan en diferentes formatos. Ésta posee al menos tres patentes internacionales relacionadas a los procesos involucrados para la obtención de aceites reducidos en contaminantes orgánicos y de alta concentración (80%).

A diferencia de los fosfolípidos (ricos en ácidos grasos Omega 3) de origen animal, los de origen marino tendrían mayor estabilidad, serían mejor absorbidos y tendrían una mayor biodisponibilidad (Torres García, 2013), siendo una buena alternativa para suplementar ácidos grasos tipo Omega 3. Es importante señalar que la competencia de los aceites ricos en Omega 3 a partir de peces está en los producidos desde microalgas.

En el caso de las macroalgas, se ha descrito que el aceite extraído a partir de algas pardas son ricas en Omega 3, además de ser altamente estables a la oxidación (Miyashita, et al., 2013). Es interesante una patente de la empresa Solazyme para la preparación de harina rica en lípidos a partir de macroalgas.

En el estudio elaborado por Fundación de Innovación Agraria (FIA) en 2017, "Estrategia para el desarrollo de la industria de ingredientes funcionales en Chile", se presenta un detallado análisis de las potencialidad de los ingredientes funcionales nacionales, determinando que el Omega 3 es uno de los productos con mayor potencial de impacto, pero también con mayores niveles de inversión, riesgo y complejidad tecnológica. Mirado desde la perspectiva de creación de nuevos negocios, se encuentra en punto de menor impacto.

(5) <http://www.goldenomega.cl/>

El uso de aceite refinado de pescado para consumo humano está dado principalmente por los altos niveles de EPA y DHA, ácidos grasos con comprobadas propiedades beneficiosas para la salud. Se consume como suplementos encapsulados o a través de alimentos funcionales enriquecidos en Omega 3 (Shepherd y Jackson, 2013).

QUITINA, QUITOSANO Y GLUCOSAMINA

El caparazón de los crustáceos contiene una significativa cantidad de sales de calcio, quitina (15 – 25%), proteínas y otros compuestos. La quitina es una sustancia orgánica altamente insoluble en agua, lo que limita enormemente su aplicación industrial. Por esto, es común generar una modificación química de ella para ampliar su rango de aplicaciones para generar quitosano, compuesto que posee mejores propiedades de reactividad y solubilidad.

Los sistemas para obtener la quitina, y por consiguiente quitosano, a partir del caparazón de crustáceos se han estudiado por mucho tiempo. A pesar de ello, aún no existe un método estandarizado a nivel industrial para obtener este biopolímero de una manera normalizada y con determinado nivel de pureza.

Las numerosas aplicaciones de la quitina y el quitosano en las áreas de agricultura, biomedicina, alimenticia, cosmética, farmacéutica y de elaboración del papel, entre muchas otras, justifican enormemente las investigaciones al respecto. Entre sus principales propiedades, destacan la actividad fungicida, bactericida, control de enfermedades y bioestimulante en la agricultura, eliminación de metales en aguas residuales, etc.

A partir de una hidrólisis ácida de la quitina se puede obtener glucosamina, que en el cuerpo humano es el precursor de componentes articulares. La glucosamina se usa así en la prevención y tratamiento de la osteoartritis, además de tener propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, e incluso efectos antidiabéticos. La quitina de exoesqueletos de organismos marinos es la fuente comercial más importante de glucosamina.

La quitina y sus derivados además tienen usos como agentes gelificantes, uso en films comestibles, en los procesos de clarificación y estabilización de jugos, como agentes emulsificantes y como nutraceuticos (Rasmussen y Morrissey, 2007).

Desde el año 2007, se han presentado miles de patentes relacionadas a quitina y quitosano, siendo China el país más importante. Más de la mitad corresponde a aplicaciones médicas o cosméticas, y el resto a aplicaciones relacionadas a alimentos, biopesticidas o bioestimulantes de plantas, tratamiento de agua y a otros usos industriales. También existen solicitudes de patentes chilenas que se relacionan con aplicaciones médicas e industriales de estos compuestos.

La glucosamina se usa en la prevención y tratamiento de la osteoartritis, además de tener propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, e incluso efectos antidiabéticos. La quitina de exoesqueletos de organismos marinos es la fuente comercial más importante de la glucosamina.

EXTRACTOS DE ALGAS

Los extractos de algas son ampliamente utilizados en distintas industrias, variando su procesamiento según el objetivo o uso que se le quiera dar. Entre las aplicaciones más recurrentes se encuentra su uso como fertilizante y/o bioestimulante en cultivos agrícolas, en la industria cosmética y en nutraceuticos.

Los productos cosméticos, como cremas y lociones, representan un nicho importante para el mercado de las algas. Algunos incluyen dentro de sus ingredientes extractos de algas, generalmente hidrocoloides, ya que el alginato o la carragenina puede mejorar la retención de humedad de la piel (Berna K, 2013).

Los productos cosméticos, como cremas y lociones, también representan un nicho importante para el mercado de las algas. Algunos incluyen en sus ingredientes extractos de algas, generalmente hidrocoloides, ya que el alginato o la carragenina puede mejorar la retención de humedad de la piel (Berna K, 2013).

Los nutraceuticos constituyen otro mercado en que es habitual encontrar productos a base de algas, debido principalmente a su contenido de antioxidantes, ácidos grasos poliinsaturados (Omega 3 y Omega 6, que juegan un importante rol en la prevención de



enfermedades cardiovasculares, osteoartritis y diabetes), vitaminas, carotenoides, polifenoles, ficobiliproteínas, oligosacáridos y antioxidantes. Todos los compuestos encontrados en las algas son parte de avanzados estudios basados en las propiedades anticancerígenas, antitrombóticas y antitumorales, que los convierten en potenciales agentes para la elaboración de fármacos.

La fibra de las algas pardas, principalmente celulosa y alginatos insolubles, no puede ser digerida por el tracto gastrointestinal, por lo cual es utilizada como fibra dietaria (Berna K, 2013), con efectos terapéuticos como promover el crecimiento de la flora intestinal benéfica, actuar como hipoglicémico, mejorar la digestión y reducir el riesgo de cáncer al colon.



Existe evidencia diversa de actividades funcionales en extractos de algas (Plaza, et al., 2008), estando individualizada, en la mayoría de los casos, la biomolécula responsable. Sin embargo, su producción no está libre de complejidades. Si bien no se requieren tecnologías de avanzada para lograr una mezcla de componentes bioactivos, existe dificultad para su estandarización, ya que se elaboran a partir de materia prima poco homogénea. Las condiciones ambientales y la heterogeneidad en la genética de origen, dado que su fuente es la recolección, son las causas de esto, que podrían subsanarse si se cambia la recolección por acuicultura en condiciones de mayor control.

En cuanto a ensayos clínicos asociados a algas (US National Library of Medicine), se han reportado funcionalidad en cambios cognitivos, enfermedades cardiovasculares, cáncer mamario, índice glicémico, retinitis pigmentosa o ceguera nocturna, psoriasis, enfermedades virales (hepatitis, VIH), síndrome metabólico y obesidad.

La tendencia de patentamiento en los últimos 20 años muestra lo activa que es el área de extractos de algas, visualizándose un aumento significativo al año 2017. Más que tecnologías de extracción, lo que se patenta son composiciones que incluyen extractos. Tratándose de solicitudes por año, China, Corea y Estados Unidos son los países con mayor actividad, donde son las empresas los principales actores.

Entre éstas, destacan algunas de Corea, Japón, Estados Unidos y Francia, que principalmente utilizan extractos con fines farmacológicos, cosméticos y nutracéuticos. Buen ejemplo de empresa cosmética o nutracéutica es la francesa Texinfine, que ofrece productos a base de extracto de *Padina pavonica*; Dictyolone, con propiedades benéficas para la piel y huesos⁶. Asimismo, Goemar- también francesa- que produce biofertilizantes a partir de algas. En centros tecnológicos, destacan la Universidad de Málaga, con microsporinas de algas y la Universidad Ben Gurion, con aplicaciones médicas de polisacáridos de algas.

Por otra parte, Shirako Co Ltd. desarrolla aplicaciones farmacológicas, nutracéuticas o de ingredientes funcionales basados en algas *Pyropia*. Esta empresa comercializa principalmente alimentos y

(6) <https://www.icp-texinfine.com/>

(7) <http://www.shirako-nori.co.jp/>

posee una línea de productos funcionales, entre ellos ingredientes activos provenientes de algas (*Pyropia yezoensis*), como hidrolizados de proteínas o "Péptidos Laver" con función antihipertensiva, e ingredientes de uso cosmético, como "Pure Porphyra", con efectos humectantes y protector UVA, protección y reparación del cabello⁷.

La francesa Larena (vinculada al Grupo Pijele) es también actor importante, con patentes en varios países para la aplicación nutraceútica/farmacológica de un alga *Pyropia*. La japonesa Lion Corporation tiene patentes de composiciones con aplicaciones farmacológicas en el tratamiento de obesidad que contienen, entre otros componentes, extractos de *Durvillaea*, y por último, Avon señala usos cosméticos de *Gracilaria textorii* y usos farmacológicos de otras gracilarias en la prevención y tratamiento de la obesidad e hígado graso.

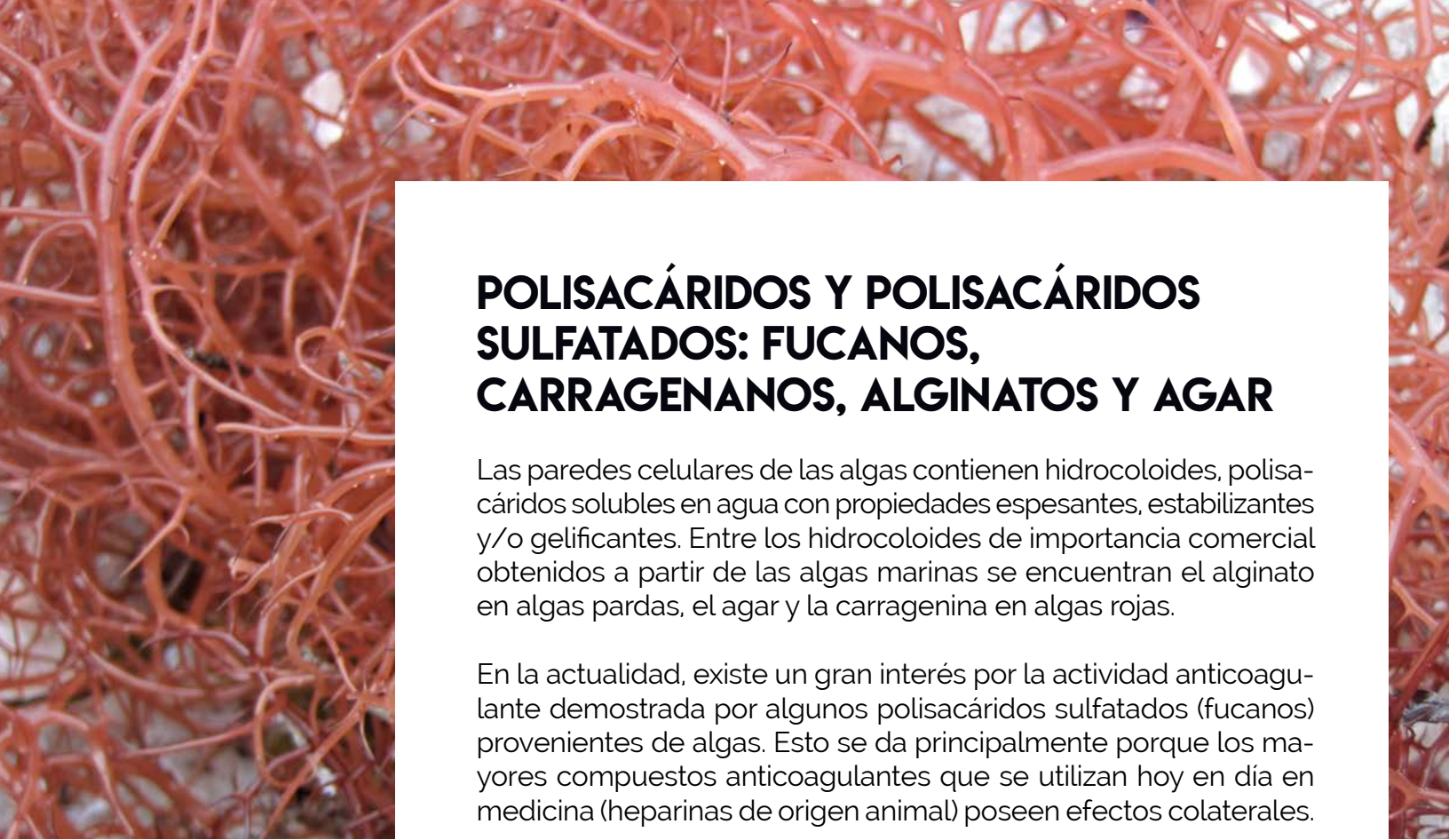
Relacionado a las especies presentes en Coquimbo, pareciera haber una importante oportunidad en las macroalgas para encontrar actividades funcionales y farmacológicas, especialmente en *Pyropia columbina* y *Macrocystis pyrifera*.

En el caso de las algas rojas *Pyropia*, la mayor cantidad de patentes está relacionada con aplicaciones relacionadas a alimentos, seguido del cultivo del alga y aplicaciones medicinales. Para el caso de *Gracilaria*, principalmente se refieren a aplicaciones medicinales, seguido por aplicaciones relacionadas a sus polisacáridos, cultivo del alga y aplicaciones en alimentos y cosméticos/limpieza.

Para las algas pardas, tratándose de *Lessonia* y *Macrocystis*, la mayoría de las solicitudes corresponden a aplicaciones cosméticas, dermatológicas y médicas, y en el caso de *Durvillea*, sus principales aplicaciones son medicinales.

Todos los compuestos encontrados en las algas son parte de avanzados estudios debido a las propiedades anticancerígenas, antitrombóticas y antitumorales, que los convierten en potenciales agentes para la elaboración de fármacos.





POLISACÁRIDOS Y POLISACÁRIDOS SULFATADOS: FUCANOS, CARRAGENANOS, ALGINATOS Y AGAR

Las paredes celulares de las algas contienen hidrocoloides, polisacáridos solubles en agua con propiedades espesantes, estabilizantes y/o gelificantes. Entre los hidrocoloides de importancia comercial obtenidos a partir de las algas marinas se encuentran el alginato en algas pardas, el agar y la carragenina en algas rojas.

En la actualidad, existe un gran interés por la actividad anticoagulante demostrada por algunos polisacáridos sulfatados (fucanos) provenientes de algas. Esto se da principalmente porque los mayores compuestos anticoagulantes que se utilizan hoy en día en medicina (heparinas de origen animal) poseen efectos colaterales.

En el caso de los fucanos o fucooidanos de algas pardas, éstos pueden constituir hasta el 40% del peso seco de alguna de ellas (ej. las *Phaeophyceae*) y son fácilmente extraíbles en agua caliente o soluciones ácidas (Berteau y Mulloy, 2003). Investigaciones realizadas en diversos países, revelaron que los fucooidanos poseen actividad anticancerígena, disminuye los niveles de colesterol, posee actividad antiviral y posee actividad antioxidante.

En el análisis de tendencias de los extractos de algas pardas y rojas se destaca la empresa chilena Maqui New Life, que tiene solicitudes de patentes relacionadas a preparaciones combinadas de extractos de algas (fucooidanos) y maqui.

En el caso de algas rojas, los polisacáridos sulfatados más comunes son los carragenanos. Son ampliamente utilizados como aditivos en la industria de alimentos, por su actividad estabilizadora, emulsificante o espesante (Wijesekara, et al., 2011). Si bien se han descrito otras propiedades funcionales (antiviral, anticoagulante, etc.), estas no se relacionan con las especies presentes en Chile (Zhou, et al, 2004).

El agar es otro polisacárido de amplio uso en alimentos y cosméticos, principalmente obtenido de *Gelidium* y *Gracilaria*, siendo esta última cultivada en algunos países, por lo que se ha transformado en la fuente principal de agar. La calidad y el contenido del agar

dependen de las características fisicoquímicas específicas, pero también de parámetros ambientales. En *Gracilaria sp.*, se ha descrito que el tipo de agar varía con la estación del año y según la especie. Por ejemplo, el agar obtenido de *G. gracilis* tiene mejores cualidades que el de *G. bursa-pastoris* (Cardozo, et al., 2007). El agar de más alta calidad es utilizado en aplicaciones industriales y médicas (laxantes, componente de cápsulas y tabletas, entre otros). Además, fracciones purificadas (agarosa) tienen un alto valor para usos en biología molecular (Cardozo, et al., 2007).

El alginato, polisacárido no sulfatado presente en algas pardas (Cardozo, et al., 2007), tiene numerosas aplicaciones en la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica. Las principales fuentes comerciales de alginato son las especies de *Ascophyllum* y *Laminaria* (Europa), *Lessonia* (América del Sur), *Ecklonia* (Sudáfrica), *Durvillaea*

Investigaciones realizadas en diversos países, revelaron que los fucoidanos poseen actividad anticancerígena, disminuye los niveles de colesterol, posee actividad antiviral y antioxidante.

(Australia y Chile) y *Macrocystis* (EE.UU.), principalmente de recolección silvestre. La empresa japonesa Kimica⁸ posee una planta procesadora en Chile y sería un líder mundial en la producción de alginatos.

En patentes relacionadas a alimentos que contienen ingredientes a partir de algas como carragenanos y alginatos, Nestlé, Pepsico y Unilever son los principales actores. El uso de estos polisacáridos en estas patentes es como texturizantes, espesantes, estabilizantes, pero también con funcionalidades más avanzadas.

(8) <https://www.kimica.jp/>

En Chile, el alginato producido es comercializado actualmente como un producto de bajo nivel de sofisticación. La cadena de valor consta básicamente de recolectores que secan la materia prima y lo venden a un segundo actor, que realiza el picado del alga, el cual puede encargarse de la molienda, y finalmente un broker que lo vende mayormente a China. La posibilidad de agregar valor tendiendo a la producción de productos farmacológicos tiene un potencial muy interesante.

Las lectinas, presentes también en vegetales, tienen aplicaciones farmacológicas (uso en vacunas y en algunas técnicas de análisis y detección clínica). Las macroalgas pueden ser fuentes de nuevas lectinas (ficollectinas) con características propias –por ejemplo, menor peso molecular–, lo que podría conferirles propiedades y aplicaciones únicas. Sin embargo, no existe aún evidencia concreta de sus aplicaciones.

PIGMENTOS

En el caso de algas pardas, el principal pigmento presente es la fucoxantina, del cual se ha descubierto que posee propiedades antiobesidad- fomentando la eliminación de grasa abdominal- y antidiabética (Miyashita, 2005, Miyashita, et al., 2013; Maeda, et al., 2005; Hu, et al., 2012, Hosokawa, et al., 2010). También presenta propiedades antioxidantes; estimula la producción de DHA en el hígado, aumentando la producción de ácidos grasos Omega 3, y posee actividad antitumoral.



La empresa con mayor número de patentes en fucoxantina corresponde a la canadiense Klox Technologies, que se basa en la producción de fluorescencia para aplicaciones médicas y dentales, y nombra a la fucoxantina como uno de los compuestos fluorescentes posibles de utilizar. También destaca la Universidad de Hokkaido (Japón), para el uso de fucoxantina y derivados como agente antiobesidad. La empresa japonesa Kaneka Corp, que tiene algunas patentes en conjunto con la Universidad de Hokkaido, también es un actor importante para la preparación de extractos de algas enriquecidos en fucoxantina.

Para las algas rojas, los principales pigmentos encontrados son la ficoeritrina y ficocianina, proteínas solubles y fluorescentes útiles en un gran número de aplicaciones en investigación biomédica, diagnóstica y terapéutica (Niu, et al., 2007) y que podrían también ser usadas como colorante en la industria de alimentos y cosmética (Pandey, et al., 2013). Las patentes asociadas a *Pyropia* y *Gracilaria*, algas presentes en la Región de Coquimbo, corresponden mayoritariamente a métodos de purificación o de obtención de extractos ricos en ficoeritrina.

En el caso de algas pardas, el principal pigmento presente es la fucoxantina, del cual se ha descubierto que posee propiedades antiobesidad y antidiabética (Miyashita, et al., 2013; Maeda, et al., 2005; Hu, et al., 2012, Hosokawa, et al., 2010). También presenta propiedades antioxidantes, estimula la producción de DHA en el hígado; aumentando la producción de ácidos grasos Omega 3, y posee actividad antitumoral.



ANTIOXIDANTES: FLOROTANINOS

Si hablamos de antioxidantes de origen vegetal, los flavonoides son los más abundantes, y en el caso de las algas, son los florotaninos, los cuales son entre 10 a 100 veces más poderosos en cuanto a capacidad antioxidante debido a su estructura (Mohamed, et al., 2012). En general, las algas verdes tienen mayor capacidad antioxidante, seguidas por las algas rojas y las pardas, con variaciones según la especie; sin embargo, los florotaninos se describen principalmente en algas pardas.

No se encontraron reportes de propiedades funcionales específicas de los florotaninos de las especies presentes en la Región de Coquimbo ni de algas similares; sin embargo, es importante señalar que existe numerosa evidencia de los beneficios y efectos específicos de los florotaninos en estudios realizados en otras algas pardas, particularmente *Ecklonia sp.* y *Eisenia sp.* (Thomas & Klm, 2011; Eom, et al., 2012). Por otro lado, hay estudios realizados por grupos chilenos sobre la variabilidad estacional del contenido de florotaninos en *Durvillaea antarctica* (Tala, et al., 2017), en *Macrocystis pyriphera* (Leyton, et al., 2016) y de la variación de éstos por temperatura y radiación en *L. nigrescens*, *M. pyriphera* y *D. antarctica* (Cruces, et al., 2012).



MICOSPORINAS Y AMINOÁCIDOS TIPO MICOSPORINAS (MAAS)

Los MAAs (mycosporine like amino acids) son compuestos fotoprotectores que se encuentran en hongos, microalgas, algas y algunos animales marinos. Se han descrito en *Gracilaria spp.*, y en *Pyropia columbina* (Sinha, et al., 2007). Existen más de 20 tipos de MMAAs y, si bien en los casos de otros organismos marinos su presencia se debe a alimentación o a producción por bacterias u otros microorganismos simbióticos, las algas sintetizan estas moléculas (Cardozo, et al., 2017).

En general, las algas verdes tienen mayor capacidad antioxidante, seguidas por las algas rojas y las pardas, con variaciones según la especie; sin embargo, los florotaninos se describen principalmente en algas pardas.



Como se identificó en los extractos de uso cosmético, hay patentes relacionadas a fotoprotección de MAAs aislados de *Pyropia spp.* En Chile, un proyecto ejecutado en el año 2012 por la empresa Bioingemar Ltda., denominado "Producción de aminoácido micosporina desde macroalgas para uso como filtro solar⁹, incluyó el estudio de muestras de algas de la Región del Biobío. Actualmente la empresa comercializa y exporta un extracto de macroalgas obtenido de la zona sur de Chile, para su uso como fotoprotector en la industria cosmética.

Algunas publicaciones de investigadores nacionales hacen referencia a estudios del contenido de MAAs en algas de las regiones de Valparaíso y Magallanes (Velasco-Charpentier, et al., 2016), determinando que las algas de la Región de Valparaíso, debido a la mayor radiación solar, tendrían un mayor contenido de éstos.

(9) <http://www.fia.cl/>

OTRAS MOLÉCULAS DE INTERÉS

En algunas patentes o artículos científicos se identifican ciertas moléculas a las cuales se les asocia algún efecto sobre la salud. Ejemplo emblemático es el caso del tiburón, al cual se asocian y reconocen múltiples propiedades, incluso desde la medicina ancestral de varias culturas. Muchas de estas propiedades han sido demostradas en estudios *in vitro* e *in vivo*, y las moléculas responsables (principalmente provenientes del hígado, sus aceites y cartílago) aisladas e identificadas. Si bien no se trata de la especie presente en Chile, es muy probable que algunas de estas moléculas o similares se encuentren en ésta. Entre estas moléculas activas o



bioproductos se encuentran el aceite de hígado con propiedades especiales (analgésicas, antiinflamatorias, efectos en tratamiento de artritis, aumento de fertilidad) (Pugliese, et al., 2008; Mathew, et al., 2008; Mltre, et al., 2004); alkilgliceroles de aceite de hígado con acción inmunoestimulante (Pugliese, et al., 2008); péptidos de hidrolizado de colágeno de piel con propiedades antifreeze (Wang, et al., 2014); péptidos derivados de cartilago, con propiedades anticancerígenas (Oikawa, et al., 1990, Zheng, et al., 2007); keratan sulfato de cartilago como prebiótico y para el tratamiento en patologías neurológicas, inflamación, cáncer y otras (Pomin, 2015), y squalamina (aminosterol) con propiedades antibióticas, antivirales,

efecto cardioprotector, anticáncer y otros usos (Moore et al, 1993; Bhargava et al, 2001).

En el caso de la squalamina, los usos identificados son como desinfectante, antitumoral y para tratamientos oftalmológicos y neurológicos, entre otros. Entre las empresas con más patentes o solicitudes de patentes, están las americanas Ganaera Corp. y Magainin Pharma, que en conjunto tienen gran parte de las patentes relacionadas con la modificación química y aplicaciones farmacológicas de la squalamina. Por otra parte, la japonesa Kuraray Co. tiene varias patentes relacionadas con la síntesis química del compuesto.

Tratándose de moluscos, las conchas de los bivalvos están compuestas mayormente por carbonato de calcio y cantidades menores de sulfato de calcio, fosfato de calcio y aminoácidos. En la medicina tradicional china, coreana y japonesa, la concha de ostra es uno de los productos más utilizados. Lo mismo ocurre con el chorito, que en medicina china es base para el tratamiento de enfermedades hepáticas y renales (Natarajan, et al., 2016).

En concha de abalón se ha identificado usos en preparaciones para tratamiento de patologías del ojo (miopía, conjuntivitis, fotofobia, visión borrosa, glaucoma, retinitis, catarata) mezclado con una serie de otros componentes. También se registran patentes en preparaciones del mismo tipo, pero para el tratamiento de patologías muy diversas, desde hipertensión a la enfermedad de Parkinson.



En algunas patentes o artículos científicos se identifican ciertas moléculas a las cuales se les asocia algún efecto sobre la salud. Ejemplo emblemático es el caso del tiburón, al cual se asocian y reconocen múltiples propiedades, incluso desde la medicina ancestral de varias culturas.



Se han descrito péptidos antimicrobiales (AMP) en algunas especies de moluscos como el ostión del norte, mejillones, ostras y gasterópodos, con propiedades microbiocidas, siendo parte de los sistemas de defensa de los organismos (Hancock & Diamond, 2000), por lo que se han estudiado como posibles sustitutos para pesticidas y antibióticos convencionales, sin embargo su obtención más probable es a través de la biotecnología recombinante.

En algunos cefalópodos, se han descrito compuestos con actividad antitumoral (Besednova, et al., 2017), particularmente en extractos de la tinta de *Sepia pharaonis*, especie no presente en Chile.

En el caso de nudibrancios, se han aislado varias moléculas de la familia de los alcaloides que tiene actividad antitumoral (Ioca, et al., 2018).

Otro caso es el loco, para el cual hay patentes internacionales de grupos chilenos, relacionados con extractos de este recurso con actividad antimicrobiana, y con la hemocianina de loco como inmunestimulante o anticancerígeno.

En Australia, en la especie de abalón *Haliotis rubra*, se ha descubierto actividad antiviral en la hemolinfa (Zanjani, et al., 2016) y la empresa Marine Biotechnology Australia Pty Ltda. estaría desarrollando un medicamento para el tratamiento de herpes en humanos basados en la hemocianina de la hemolinfa de este abalón, cuya patente cubriría la hemolinfa de *Haliotis spp.* No se encontraron estudios relacionados al abalón presente en Chile, pero existe la probabilidad de que presente esta actividad en la hemolinfa. Este tipo de actividad también se ha encontrado en la hemolinfa de *Crassostrea gigas* (Olicard, et al., 2005 y Green, et al., 2014).

También se ha descrito la actividad antiviral de la hemocianina del langostino *Penaeus monodon* (Zhang, et al., 2004).

Otro bioproducto interesante es el ácido hialurónico, cuyas principales fuentes de obtención son de origen animal (desechos provenientes de matadero de bovinos, aves y porcinos), con las desventajas asociadas a limitantes religiosas y sanitarias mencionadas ya anteriormente. Esto abre una oportunidad para la extracción

de ácido hialurónico desde ojos de pescado, experiencia de la que existen publicaciones (en tiburón y pez espada) para aplicaciones cosméticas (Vásquez, et al. 2013; Murado, et al. 2012).

En Chile, se ejecutaron al menos dos proyectos relacionados a la extracción de ácido hialurónico a partir de ojos de pescados, dirigidos a aprovechar desechos de la industria del salmón, ambos liderados por la empresa American Bioprocess Limitada.

Una búsqueda de patentes relacionadas a concha de abalón arrojó más de 600 resultados. Gran parte de ellos corresponden a usos en preparaciones para tratamiento de patologías del ojo (miopía, conjuntivitis, fotofobia, visión borrosa, glaucoma, retinitis, catarata) mezclado con una serie de otros componentes.



RESUMEN

Existe un alto potencial de biomoléculas con actividades nutracéuticas, cosméticas y/o farmacológicas provenientes de recursos marinos, incluyendo algunos menos estudiados como esponjas y tunicados. Con todo, se debe tener en cuenta que se requiere mayor investigación aplicada, de la mano de socios tecnológicos altamente especializados, además del desarrollo de la propiedad intelectual. Por otra parte, es necesario considerar como más probable para la obtención de estos productos la vía biotecnológica.

PECES

A partir de los análisis de la información recopilada para bioproductos derivados de peces, se puede establecer que, en el caso de los hidrolizados proteicos, todos los peces de la región y/o sus subproductos servirían de materia prima, implicando la ejecución de un protocolo de calidad e inocuidad desde su extracción hasta su proceso para que sean aptos para su uso.

También es posible deducir que otros compuestos como colágeno, gelatina y aceites ricos en omega 3 se podrían obtener como parte del proceso de hidrólisis de proteínas, requiriendo tecnologías adicionales para poder obtener productos diferenciados y de mayor valor.

En el caso de péptidos funcionales, si bien son también productos de hidrólisis de proteínas, la tecnología involucrada requiere mayor control de las condiciones para obtener los péptidos del tipo adecuado. Existe evidencia de variadas actividades farmacológicas y funcionales en diversos péptidos de variados orígenes; sin embargo, solo hay evidencia parcial para el jurel y caballa en el caso de los peces de la región.

Acerca de otras moléculas de alto valor, solo hay evidencia de funcionalidad en algunas especies de tiburones, que debería ser investigada en la especie presente en la región.



MOLUSCOS

Tratándose de moluscos, también existe la oportunidad de obtener hidrolizados proteicos y, si bien hay familias de péptidos descritos con actividad funcional, particularmente antimicrobiana, estos corresponden a mecanismos de defensa del animal y se encuentran en cantidades muy bajas. En estos casos, los péptidos sintéticos –no la purificación a partir del recurso marino– serían la mejor forma de obtener el bioproducto. Importante es la tradición del uso de moluscos en medicina oriental (particularmente vísceras y conchas), lo que se refleja en numerosas patentes en que estos elementos se mezclan con otros componentes de origen animal y vegetal para los más diversos usos.

CRUSTÁCEOS

En crustáceos, la obtención de quitina, quitosano y glucosamina a partir de desechos siguen siendo las alternativas más recurrentes; e incluso en Chile se han desarrollado varios proyectos relacionados. También es una alternativa la obtención de astaxantina para su uso como ingrediente para alimentación en acuicultura o como ingrediente funcional a utilizar en suplementos alimentarios.

MACROALGAS

En el caso de bioproductos derivados de macroalgas, es dable concluir que las condiciones ambientales de Chile podrían implicar una expresión diferencial de metabolitos secundarios, lo que podría otorgarles características únicas en cuanto a tipo y concentración de éstos, sin embargo se hace imprescindible evolucionar desde una actividad extractiva a cultivo, de manera de asegurar homogeneidad y estandarización en el producto a obtener.

Dado el casi nulo procesamiento de las algas que se hace hoy, existe una gran oportunidad para darle un valor agregado a esta industria en Chile y en particular en la Región de Coquimbo, tales como extractos ricos en fucooidanos, fucoxantina, entre otros.





CAPÍTULO 3

BIOPRODUCTOS DE ORIGEN MARINO EN LA ARENA DEL MERCADO

Ante la necesidad de agregar valor a los productos del mar, promover su exportación e intensificar su consumo interno, se hace necesario sofisticar la industria, lo cual podría abordarse mediante el desarrollo de nuevos negocios innovadores, como el mercado ligado a los bioproductos marinos. Para ello, es primordial revisar las oportunidades de mercado que estos tienen.

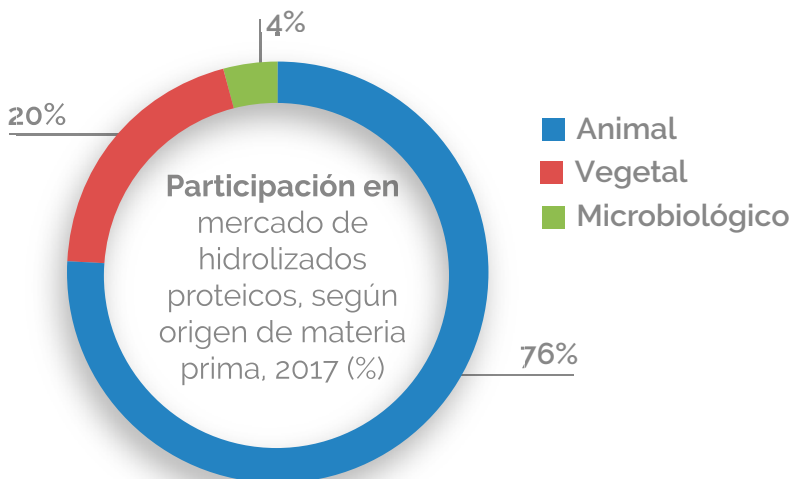
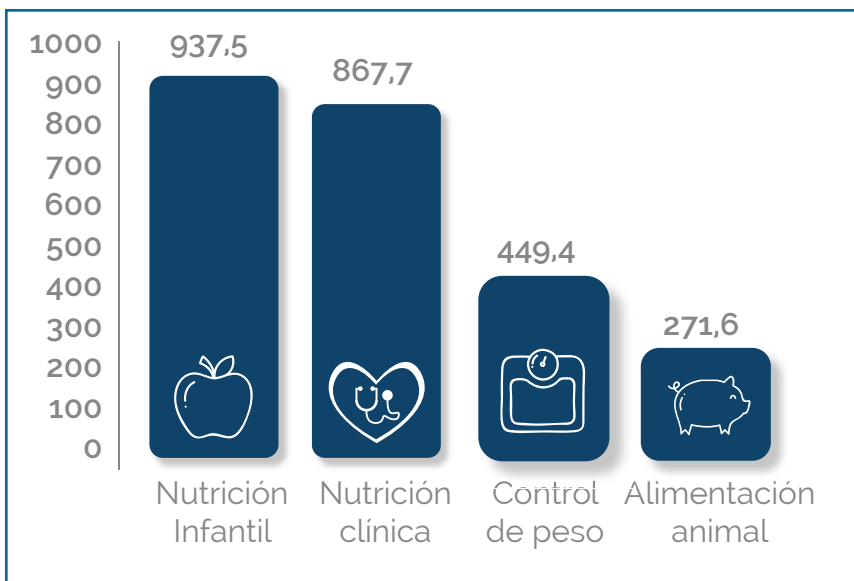
Si bien como tendencia general los bioproductos, en particular los de origen marino, están al alza en la demanda de los consumidores, el contexto de mercado para cada bioproducto debe ser evaluado en cada una de sus aristas antes de ponerle el rótulo de potencial opción de desarrollo.

Será finalmente en el mercado donde cada bioproducto probará sus fuerzas, compitiendo con otros que apelan probablemente a beneficios similares. Hidrolizados proteicos, colágeno, Omega 3, extractos de algas, entre otros, son aquí evaluados en esa contienda.

HIDROLIZADOS PROTEICOS

Mercado de Hidrolizados Proteicos, según aplicación, 2017
(USD millones)

Tamaño de Mercado 2017 USD 2.526 millones	Proyección año 2023 USD 4.133 millones
CAGR (2018 -2023) 8,56%	



Mercado Hidrolizados Proteicos, según región, 2017

Región	Tamaño mercado 2017 (USD millones)	CAGR (2018-2023)
América del Norte	1.079,9	8,1%
Europa	981,0	7,4%
Asia Pacífico	350,6	12,1%
Resto del mundo	114,9	9,8%



Suero y caseína



Soya, trigo, arveja y raps

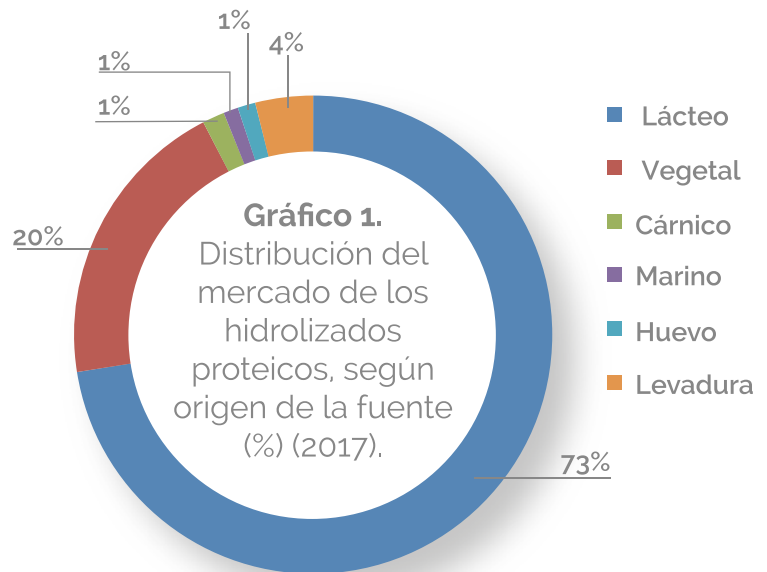


Pescado, colágeno, carne y huevo

HIDROLIZADOS PROTEICOS

Las proteínas hidrolizadas de origen marino compiten en el mercado con otras proteínas de origen animal, que se basan principalmente en derivados lácteos (suero y caseína), proteínas hidrolizadas de pescado, colágeno, carne y huevo; las de origen vegetal- soya, trigo, arveja y raps, principalmente- y de organismos unicelulares.

Según el estudio de Ubic Consulting (2017), los hidrolizados proteicos de mayor uso en productos nutricionales se obtienen de caseína, suero de leche y soya, y estos son los que dominan el mercado mundial, cuyas principales aplicaciones y usos son en nutrición infantil y nutrición clínica, que entre ambas concentran más del 70% del mercado en valor (año 2017), seguido de control de peso y alimentación animal. No obstante, son estas últimas las que tienen mayores proyecciones de crecimiento, con una CAGR mayor al 9% (2018- 2023).



Fuente: Elaborado a partir de información Markets and Markets, 2018.

Varios estudios proyectan cifras para el mercado global de proteínas hidrolizadas y, según Markets and Markets (2018), en 2017 el mercado fue de USD 2.526 millones y se estima que para 2023 será de USD 4.133 millones, con una tasa de crecimiento anual (CAGR) en torno al 8,6% (2018-2023), siendo la aplicación para nutrición infantil el mayor factor de alza.

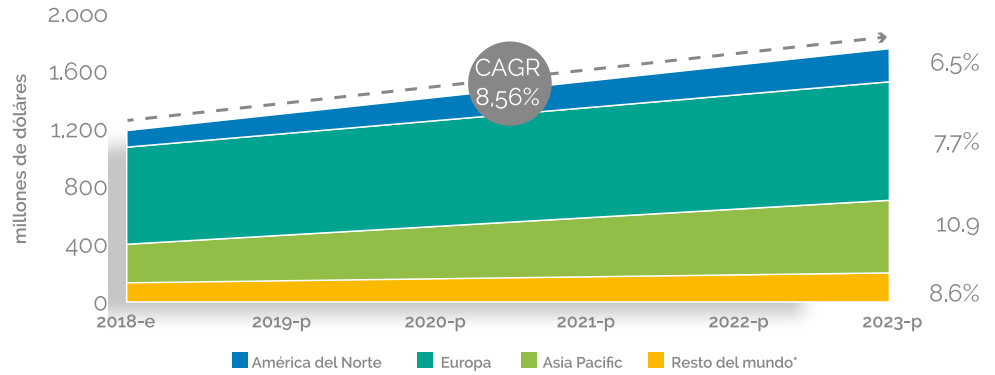
El mercado de proteínas hidrolizadas registró en 2017 un volumen de 88.809 toneladas, proyectando para 2023 un total de 131.053 ton, con una tasa de crecimiento anual de 6,7% (2018-2023). El precio alcanzado por los hidrolizados proteicos varía según región y materia prima de origen, presentando un valor promedio de USD 28.446/ton en 2017 y estimándose un aumento de éste a USD 31.555/ton en 2023, alcanzándose los mayores valores en los países de Norteamérica y Europa.

El 90% del mercado global en valor es comercializado en polvo, principalmente debido al menor costo y facilidad de transporte, mayor estabilidad y vida útil del producto. Por otra parte, el 88% del mercado global en valor es obtenido mediante hidrólisis enzimática. Al año 2017, Norteamérica (EE.UU. por sobre Canadá y México) dominaba el mercado de las proteínas hidrolizadas, con cerca del 50% del mercado global y una tasa de crecimiento (CAGR) estimada en 8,1% entre los años 2018 y 2023. Sin embargo, son los países de Asia-Pacífico (primero China y Japón, y luego Australia y Nueva Zelanda) los que crecerán a la mayor tasa compuesta anual (CAGR 12,1%).

El mercado de proteínas hidrolizadas registró en 2017 un volumen de 88.809 toneladas, proyectando para 2023 un total de 131.053 ton, con una tasa de crecimiento anual de 6,7% (2018-2023). El precio alcanzado por los hidrolizados proteicos varía según región y materia prima de origen.



Gráfico 2.
Estimación de tamaño de mercado en valor
 de hidrolizados de proteínas, por región
 (2018- 2023) (USD millones).



Fuente: Markets and Markets, 2018.

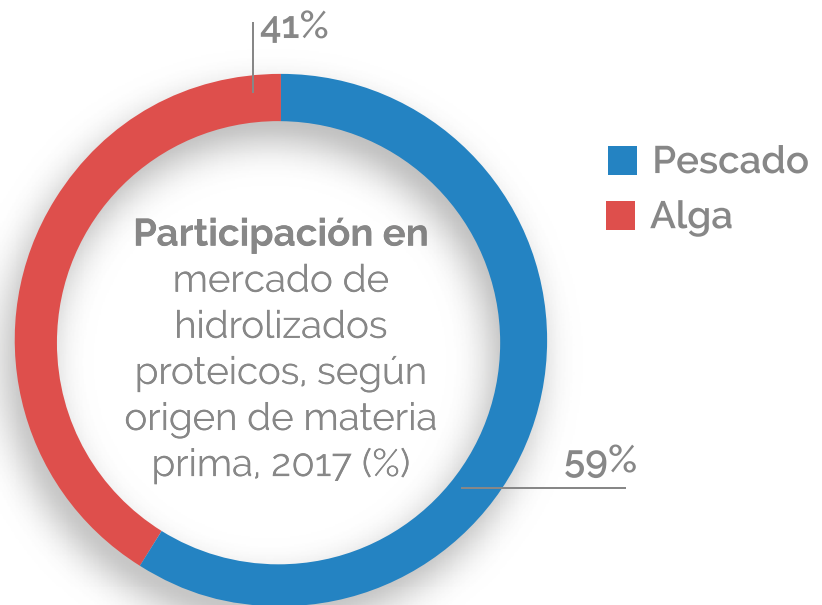
El mercado de hidrolizados de proteínas es considerablemente competitivo, con una gran cantidad de actores del mercado local y global. Está dominado por compañías de alimentos y bebidas, como Abbott Laboratories (US), Koninklijke DSM N.V. (Holanda), Kerry Group plc (Irlanda), FrieslandCampina (Holanda) y Arla Foods (Dinamarca).



HIDROLIZADOS PROTEICOS MARINOS



Tamaño de Mercado 2017 USD 26,6 millones	Proyección año 2023 USD 47,3 millones
CAGR (2018 -2023) 10,04%	



Mercado hidrolizados proteicos, según región, 2017

Región	Tamaño mercado 2017 (USD millones)	CAGR (2018-2023)
América del Norte	11,5	9,3%
Europa	8,9	9,7%
Asia Pacífico	5,1	12,0%
Resto del mundo	1,1	10,4%



Productos en base a proteína hidrolizada de pescados.

HIDROLIZADOS PROTEICOS MARINOS

El mercado de las proteínas hidrolizadas tiene una amplia envergadura en cuanto a portafolio de materias primas, productos y grados de sofisticación tecnológica. Mediante variaciones en el proceso, es posible la obtención de múltiples productos de mayor sofisticación.

El mercado de los hidrolizados proteicos marinos fue en 2017 de USD 26,6 millones, y se espera que en 2023 llegue a USD 47,3 millones. Este tipo de hidrolizados proteicos es el que se espera que tenga una mayor tasa de crecimiento en estos años (CAGR de 10%, periodo 2018- 2023), incluso más que los de origen lácteo, vegetal y cárnico, y se estima que al 2018, el 43% de este mercado se concentrará en Norteamérica.

Medido en volumen, el mercado llegó en 2017 a 1.247 ton de hidrolizados proteicos marinos, el cual se espera aumentar a 1.953 ton al año 2023, con una CAGR de 7,8% en el periodo de pronóstico. El precio unitario promedio es de USD 21.327/ton, aunque varía según fuente del recurso marino y destino de exportación, el cual se espera que evolucione a USD 24.210/ton.

América del Norte es, como se señaló, la región con mayor participación en el mercado de hidrolizados proteicos marinos, en valor y en volumen, seguido de Europa y Asia. Para 2023 se espera que siga siendo así, sin embargo, la zona de Asia-Pacífico y resto del mundo (América del Sur, Medio Oriente y África) presentarán mayor tasa de crecimiento entre 2018 y 2023, especialmente en China, Japón, Australia y Nueva Zelanda (Markets and Markets, 2018).

**ESPECIES
MAYORMENTE
UTILIZADAS**



**50%
PECES**

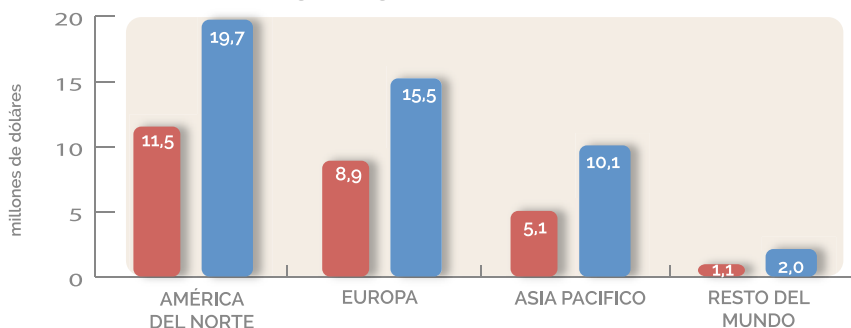


**40%
ALGAS**



**10%
OTROS**

Gráfico 3.
Proyección de mercado de hidrolizados proteicos marinos en valor (USD millones), según región. Años 2017- 2023.



	AMÉRICA DEL NORTE	EUROPA	ASIA PACIFICO	RESTO DEL MUNDO
■ Valor 2017 (USD millones)	11,5	8,9	5,1	1,1
■ Valor 2023 (USD millones)	19,7	15,5	10,1	2
CAGR 2018 - 2023 (%)	9,33	9,7	12,03	10,35

Fuente: Elaborado a partir de información Markets and Markets, 2018.

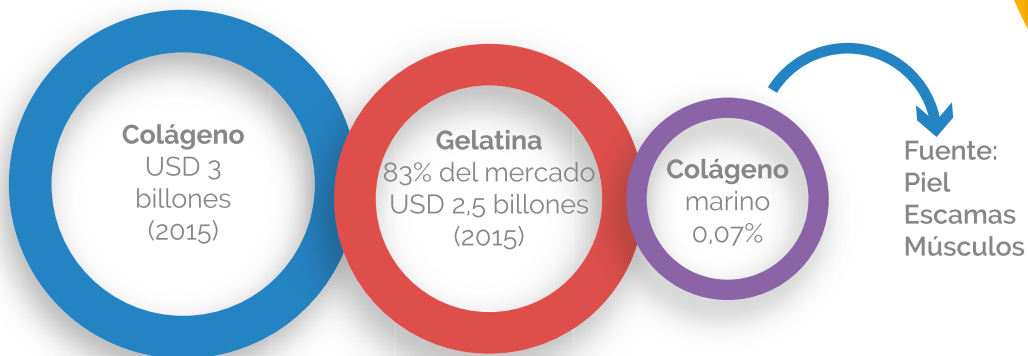
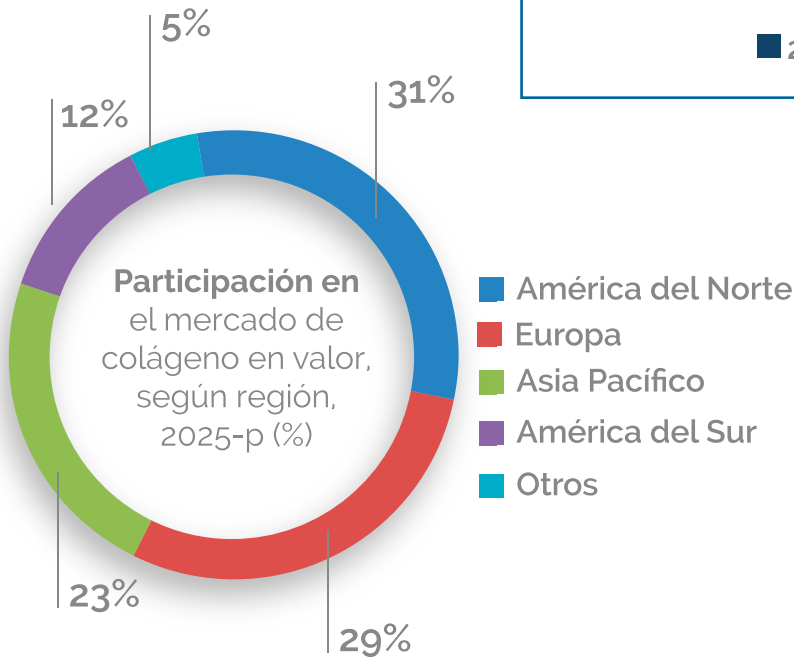
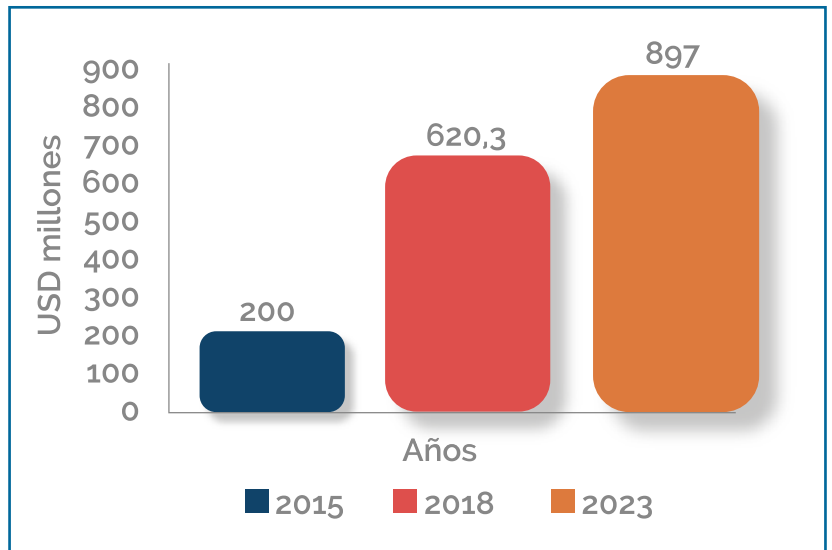
Las especies mayormente utilizadas son los peces, con más del 50% de participación (principalmente atún, bacalao y salmón, luego sardinas, caballas y arenques), las algas (micro y macroalgas, cerca de 40%) y otros recursos como medusas.

Ejemplos de productos nutracéuticos comercializado hoy internacionalmente, es Vasotensin (USD 65,8 la unidad- 90g), de la compañía Metagenics (EE.UU.), elaborado según se menciona a base de proteína de pescado en polvo, destacando su capacidad para apoyar a mantener los niveles de presión arterial saludable. Asimismo, Marine Péptides Protein, de ZaraPharm (Polonia), suplemento basado en extractos de plantas y de hidrolizados proteicos de pescado, para la reducción del índice glicémico (USD 33,1 la unidad, 45g).

COLÁGENO

Tamaño de Mercado 2015 USD 3 billones	Proyección año 2025 USD 6,6 billones
CAGR (2018 -2025) 6,5%	

Tamaño de Mercado global de Colágeno Marino, años 2015 - 2023 (USD millones)



USO DE COLÁGENO



83%
DEL MERCADO
GELATINA



COSMÉTICA



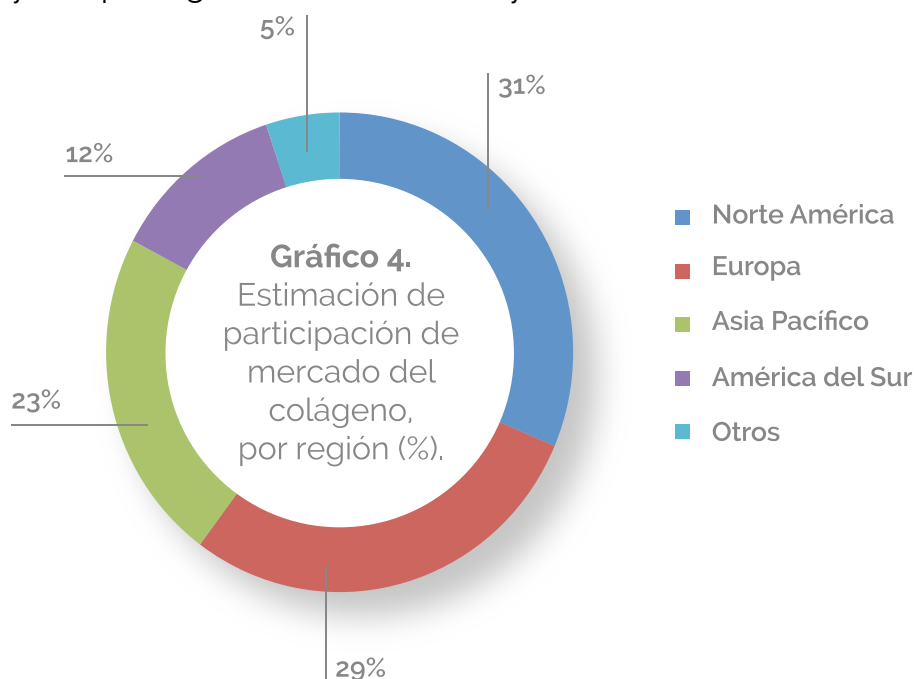
ALIMENTOS

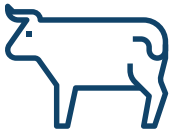


Suplementos de colágeno disponibles en el mercado.

COLÁGENO

Según datos de Global Market Insights (2016), en 2015 el mercado de colágeno fue de USD 3 billones, con una tasa de crecimiento del 7% anual, y se espera que llegue en 2025 a USD 6,6 billones, con una CAGR de 6,5% entre (2018 - 2025), y un volumen de 622 KT (miles de toneladas). De este, se estima que lideran Norte América y Europa, seguido de Asia Pacífico y América del Sur.



FUENTE DE ORIGEN**PORCINOS****BOVINOS****HUESOS**

El 83% del mercado global fue dominado por la gelatina (subproducto del colágeno), con un mercado de USD 2,5 billones en 2015, siendo los principales actores EE.UU. y Europa, en la industria de cosméticos y para uso alimentario, respectivamente. La principal fuente de origen corresponde a porcinos, seguido de bovinos y huesos.

Se espera un crecimiento sustancial, impulsado fuertemente por la demanda de aplicaciones clave, que incluyen la industria de alimentos y bebestibles, cosméticos y cuidado de la salud, entre otras, con fuerte influencia de economías emergentes como China, India y Brasil. La industria en Europa está experimentando un crecimiento promedio, con productos de bajo costo de fabricantes chinos que está afectando el crecimiento y éxito de los fabricantes en esta región.

Otro segmento de aplicación es el sector de la salud, que domina la industria a nivel mundial, debido al uso creciente de productos basados en colágeno en formulaciones farmacéuticas, cicatrización de heridas y aplicaciones ortopédicas. La mayor demanda se puede atribuir al aumento de la población geriátrica en todo el mundo, con requerimientos para el fortalecimiento de huesos y articulaciones, rejuvenecimiento de la piel y reparación celular.



El colágeno de origen marino tuvo en 2015 una participación de USD 200 millones (0,07%), con un CAGR de 7,6%. Para los años 2018 y 2023 se estimó en USD 620 millones y USD 897 millones, respectivamente, con una CAGR de 7,7% (Markets and Markets, 2018). Entre las principales fuentes están los pescados (escamas, piel y músculo) y calamares como jibia (Grand View Research, 2017; Markets and Markets, 2018).

Un ejemplo de producto que ya se vende en el mercado es Bio-Marine Collagen, de la compañía australiana Careline, cuyo beneficio promocionado es la salud de la piel, pelo y uñas (USD 49 la unidad, 200 g).



ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3

Productos comercializados actualmente con Omega 3.



El mercado global de Omega 3 fue en 2016 de USD 2 billones, con una tasa de crecimiento de 6,6%, siendo los mayores consumidores EE.UU., Asia Pacífico y Europa. Se pronostica un incremento sustancial debido a la mayor demanda de alimentos funcionales en varios países, incluyendo India y China. Solo en EE.UU., se espera que en 2022 sobrepase los USD 800 millones (Grand View Research, 2018).

Aprobaciones regulatorias, incluyendo la Food and Drug Administration (FDA) y la European Medicines Agency (EMA), serán relevantes en el crecimiento de la industria, en que el segmento farmacéutico tuvo en 2014 una participación del 20% del total. El aumento del consumo farmacéutico en China, India, Indonesia, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam se proyecta relevante para la industria, siendo Novartis (Suiza), GlaxoSmithKline (UK) y Bayer (Alemania) las compañías con mayor participación. Empresas del rubro alimentario y desarrollo de productos con gran actividad son BASF, DSM, Pronova, Croda, Omega Protein, Aker BioMarine, Axellus, EPAX y BioProcess Algae.

Según Allied Market Research (2016), al año 2022 se espera alcanzar un mercado global de USD 6,9 billones, con una tasa de crecimiento de 14,9% entre 2016 y 2022. También se indica que Asia-Pacífico es la región más atractiva en el mercado mundial de Omega 3, seguida por Europa, que se espera que crezca a una tasa compuesta anual de 14,5%.

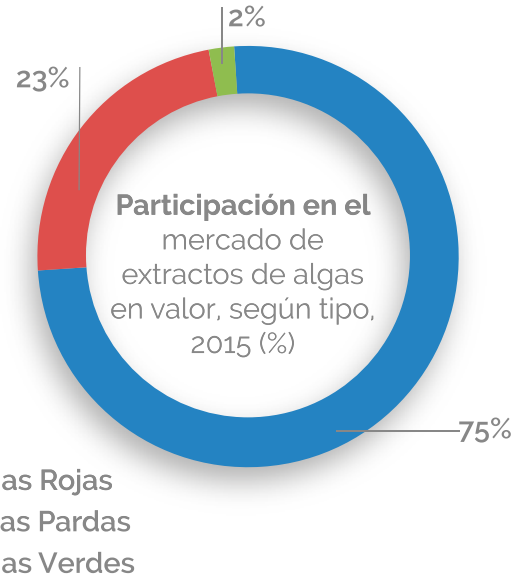
Otro estudio de la misma compañía indica que el aceite de pescado es la principal materia prima de suplementos dietarios de omega 3, con un 83,5% de participación sobre los ingresos, siendo la anchoveta, sardina y el salmón las especies mayormente utilizadas. Se espera que en 2025 el mercado global de los suplementos de Omega 3 llegue a USD 57,1 billones. En este mercado, Latinoamérica tiene solo el 2,5% de participación.

El precio de venta actual de los productos es variado. Los que cuentan con la aprobación de la FDA poseen valores mayores, como el nutracéutico Vascepa, de Amarin Pharma (EE.UU.), que se vende a USD 2,2 cada cápsula de 1000 mg. Un producto más común, Omega 3 Fish oil de Alfa Vitamins, se vende a USD 0,095 la cápsula de 1000 mg.

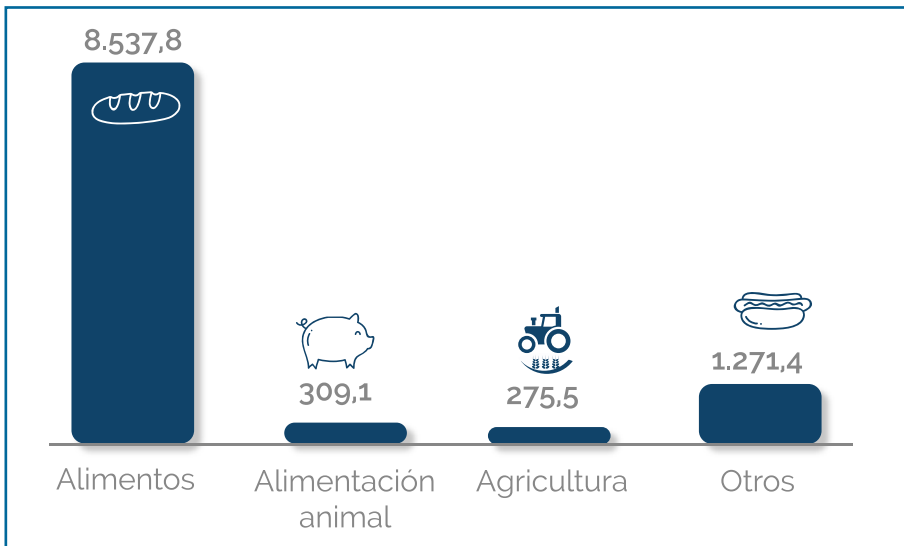


EXTRACTOS DE ALGAS

Tamaño de Mercado 2015 USD 10.393 millones	Proyección año 2021 USD 17.590 millones
CAGR (2016 -2021) 9,17%	



Mercado de Extractos de Algas, según aplicación, 2015 (USD millones)



Mercado Extractos de Algas, según región, 2015

Región	Tamaño mercado 2015 (USD millones)	CAGR (2016-2021)
Asia Pacífico	6.331,2	9,0%
América del Norte	1.980,7	9,5%
Europa	1.093,5	9,4%
Resto del mundo	988,2	9,3%



EXTRACTOS DE ALGAS

Para Markets and Markets (2018), es posible segmentar el mercado de extractos de algas por tipo (verdes, rojas y pardas), formato (líquido, polvo y flakes), aplicación (agricultura, alimentación animal, alimentación humana, otras) y región, siendo estudiadas las macrozonas de América del Norte, Europa, Asia Pacífico y resto del mundo. En 2015 el tamaño de mercado de los extractos de algas fue de USD 10.393 millones y se espera que en 2021 sea de USD 17.590 millones, con un crecimiento proyectado CAGR de 9,17% (2016-2021), el cual estará dado mayoritariamente por el aumento en el uso médico, nuevos mercados para los biofertilizantes y al aumento del cultivo de macroalgas en Europa, aunque el principal destino seguirá siendo la industria alimentaria.

En el año 2016, la industria de alimentos humanos concentró más del 80% del mercado de estos extractos y se proyecta que en 2021 alcanzará USD 14.486 millones, a la CAGR más alta de 9,2%, siendo Asia-Pacífico el mayor consumidor de algas, con China como líder. El uso en la alimentación animal está también aumentando y se estima que crecerá a la misma tasa que el uso en agricultura (CAGR 8,8%), siendo ambos tamaños de mercados bastante similares. Por último, la alimentación en acuicultura, combustible, cosmético y tratamiento de residuos, vistas como "otras aplicaciones", concentraron en conjunto USD 1.385 millones en 2016 y se espera que lleguen a 2.134 millones en 2021, con una CAGR de 9%.

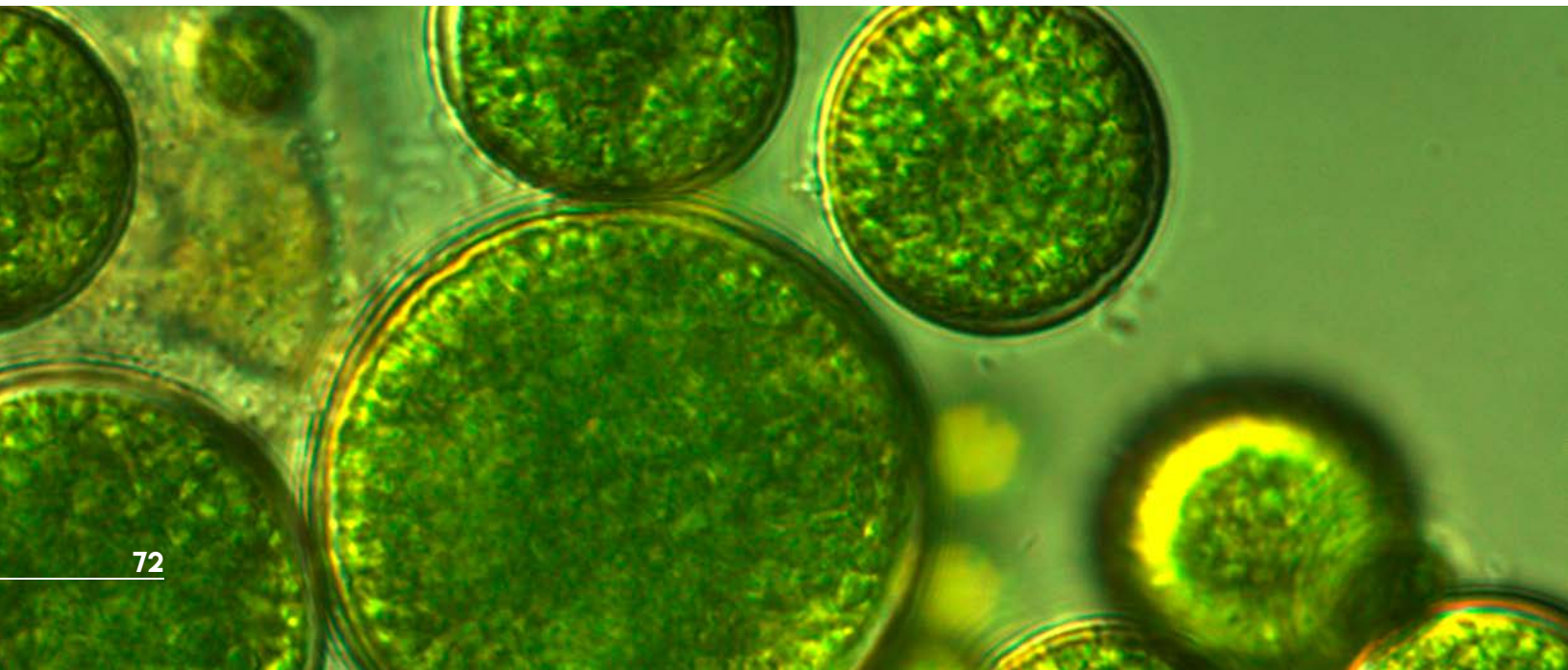
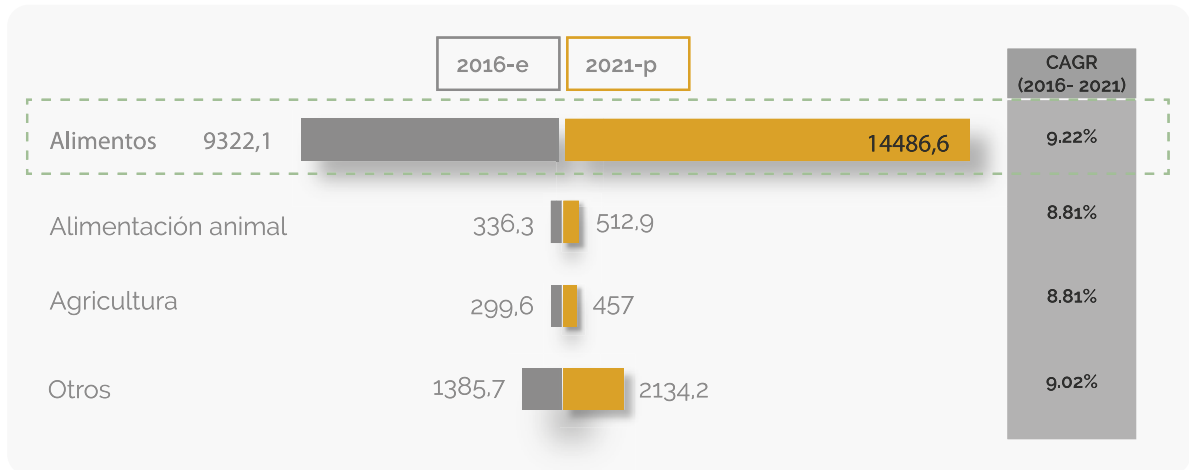


Gráfico 5.
Proyección del mercado de extractos de algas,
 por aplicación (2016- 2021)
 (USD millones).



Fuente: Markets and Markets

En cuanto al territorio, Asia-Pacífico es y seguirá siendo la región de mayor participación, seguida de América del Norte y Europa. En términos de volumen, en 2015 el tamaño del mercado fue de 20.733 KT y se espera que en 2021 sea de 35.088 KT, concentrándose cerca del 58% en Asia Pacífico.

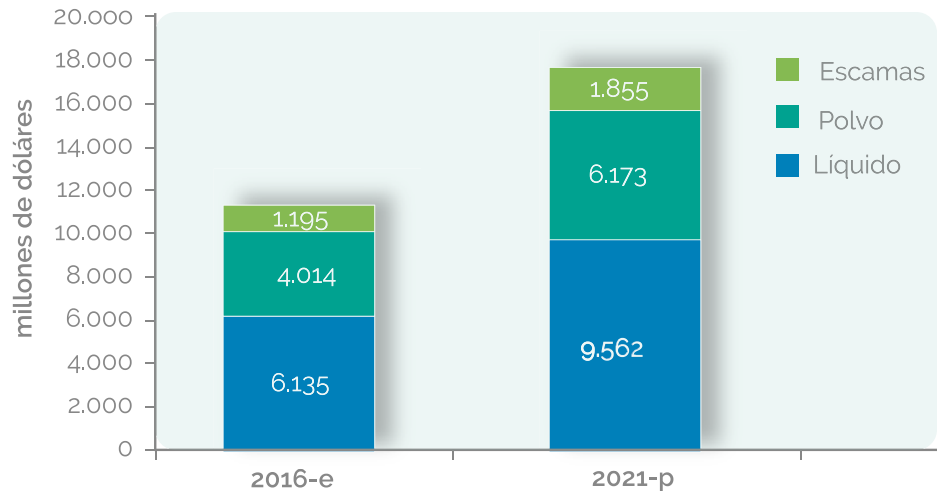
En el año 2015, Asia-Pacífico concentró más del 60% del mercado, siendo valorado ese año en USD 6.331 millones, correspondiente a 12.007 KT, proyectando a USD 10.624 millones para el año 2021 (20.140 KT), a una tasa compuesta anual del 9% para el período pronosticado.

En tanto, en América del Norte se espera que el mercado de extractos de algas marinas crezca al más alto CAGR de 9,5% (2016 - 2021). En América Latina, Brasil, Argentina, Chile y Perú tienen también un mercado considerable, que se expande con rapidez. Como principales exportadores figuraban en 2014 Indonesia (USD 226,2 millones), Chile (USD 142,9 millones, principalmente *Macrosystis*, *Gelidium*, *Gracilaria*) y Corea (USD 137,1 millones).

En cuanto al formato, los extractos de algas marinas domina el segmento de líquidos, con un 54% de participación en 2015, previéndose que crezca a una tasa compuesta anual de 9,3%, desde USD 6.135 millones en 2016 a USD 9.562 millones en 2021. Las algas marinas líquidas se utilizan en gran medida en los fertilizantes, aunque también en la industria farmacéutica, cosmética y alimentación animal. Los extractos en polvo se estima que crezcan de USD 4.014 millones (2016) a USD 6.173 millones en 2021 (CAGR de 9%), ganando popularidad en la industria de cosméticos y en su uso como condimento.

Por otra parte, las escamas se están haciendo populares en diversas preparaciones alimenticias en países orientales. Se prevé que el mercado de copos crezca a una tasa compuesta anual de 9,2% de 2016 a 2021, creciendo desde USD 1.195 millones a USD 1.855 millones, respectivamente.

Gráfico 6.
Estimación de mercado de extractos de algas,
 según formato (2016-2021)
 (USD millones).



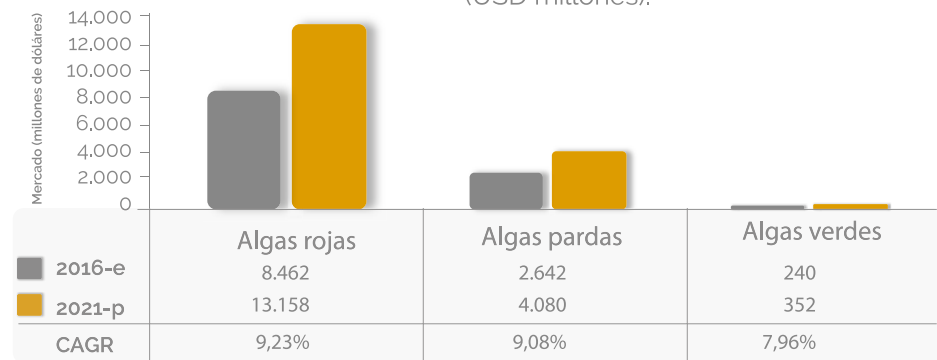
Fuente: Markets and Markets.

En cuanto al precio, al año 2016 se estimó en USD 482/ ton, siendo el mercado de Asia Pacífico el que alcanzó mayor valor (USD 527/ ton).

Los principales actores en este mercado son Bioatlantis (Irlanda), Acadian Seaplants Limited (Canadá), Gelymar SA (Chile), Cargill, Incorporated. (EE. UU.), Biostadt India Limited (India), E.I. DuPont De Nemours and Company (EE.UU.), Roullier (Francia), Compo GmbH (Alemania), Seasol International Pty. Ltd. (Australia) y CP Kelco (EE.UU.).

En cuanto a los tipos de algas, las algas rojas llevan la delantera, principalmente debido a la extracción de carragenanos, con una participación del 74,6% en 2016. Las algas pardas le siguen con una participación de 23,3% del mercado, y las algas verdes con 2,1% en ese mismo año.

Gráfico 7.
Participación en el mercado de extractos de algas según tipo (2016- 2021) (USD millones).



Fuente: Markets and Markets.



HIDROCOLOIDES:

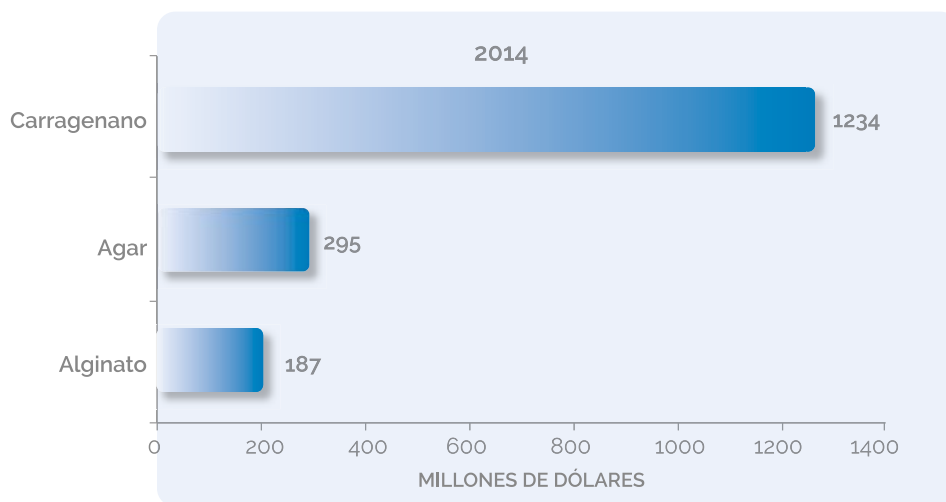
ALGINATO, AGAR Y CARRAGENINA



Aplicaciones diversas tienen, en diferentes industrias, ingredientes o aditivos como el alginato, agar y carragenina. Los alginatos, por ejemplo, además de ser usados como espesantes en alimentos, se aplican en productos farmacéuticos y en el estampado de tejidos, también para fabricar vendajes quirúrgicos.

Entre estos tres hidrocoloides, el mercado estimado al año 2014 fue de USD 1.716 millones, siendo las carrageninas las que concentran más del 70%. Las exportaciones de carragenina se cuantificaron en 2014 en USD 1.234 millones a nivel mundial, siendo China (32%), Filipinas (17%), Francia (7%), EE.UU. (7%) y Chile (6%) los países que concentran su exportación. Alemania y EE.UU. son a su vez los principales importadores, seguidos de Dinamarca, México y España (Research and Markets, 2017).

Gráfico 8.
Mercado estimado de hidrocoloides provenientes de algas,
año 2014 (USD millones).

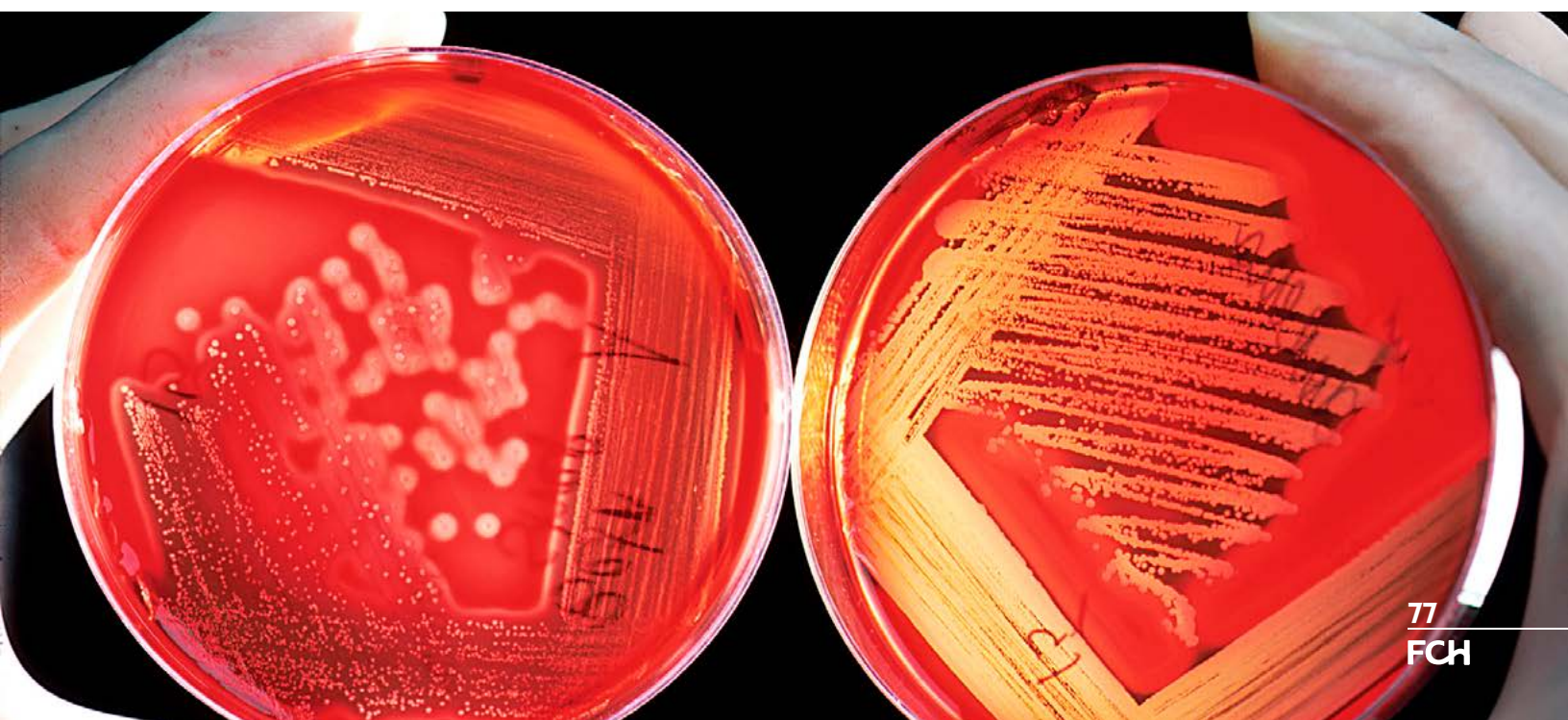


Fuente: Elaborado a partir de información Markets and Markets.

Por su parte, el agar es exportado mayormente por China (31%), Chile (17%), España (12%), Marruecos (9%) y Alemania (6%), mientras que Japón y EE.UU (19% y 14%), lideran las importaciones. En 2017, el mercado global de agar alcanzó USD 247.2, anticipando un crecimiento CAGR de 5,1% entre 2017 y 2022 (Research and Markets, 2017).

La producción global de alginato o ácido algínico, cuya materia prima proviene de la extracción de algas pardas –casi toda recolectada de forma natural–, fue valorada para 2014 en USD 187 millones. Cinco países exportan y concentran más del 70% del valor total de mercado: Francia (22%), Reino Unido (14%), Japón (14%), Chile (13%) y Holanda (8%). La demanda se valoró en USD 385 millones, siendo EE.UU. el mayor importador (17%).

Tratándose de Chile, si bien el principal producto procesado a base de algas son los deshidratados (FOB USD 108 millones), se reconoce como el tercer exportador global de agar agar, con cerca de FOB USD 39 millones (IFOP, 2016), a precio promedio de casi USD 25.000 la tonelada, mucho mayor que el de las algas secas (USD 1.400/ton).

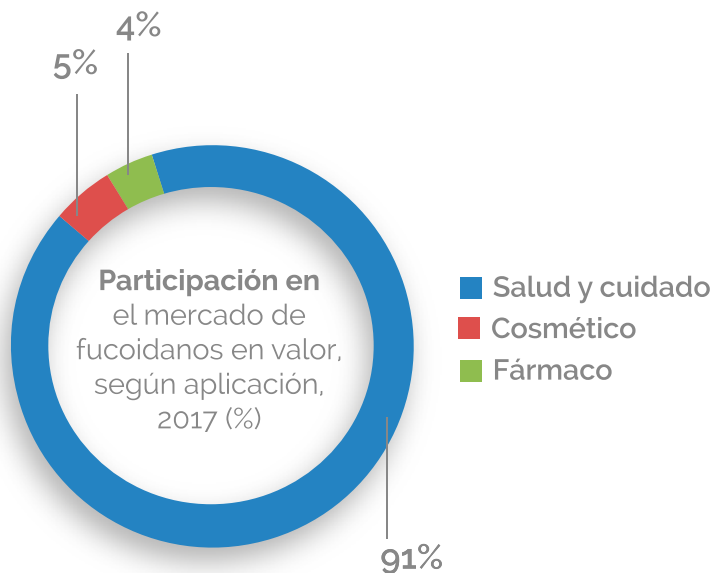


POLISACÁRIDOS: FUCOIDANOS

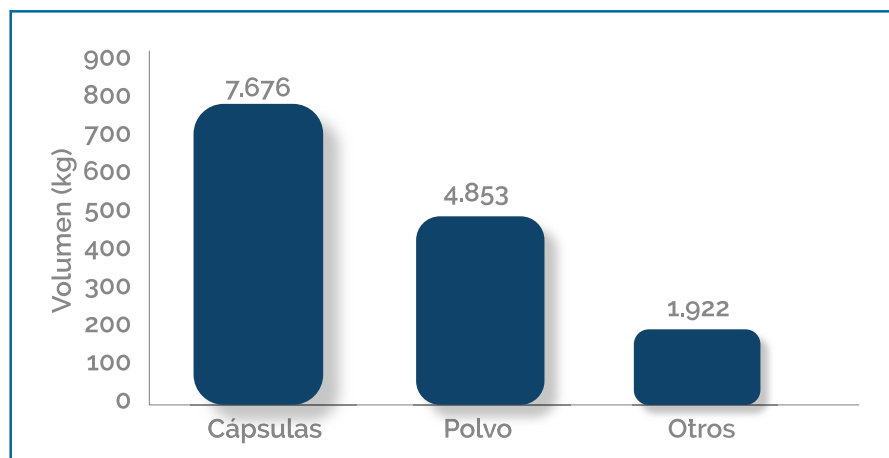
Tamaño de Mercado 2017
USD 29,53 millones

Proyección año 2024
USD 38,45 millones

CAGR (2017 -2024)
3,84%



Mercado de Fucoidanos, según tipo, 2017 (kg)



Mercado de Fucoidanos, según región, 2017

Región	Tamaño mercado 2017 (USD millones)	CAGR (2017-2024)
Estados Unidos	10,09	3,70%
China	5,19	3,84%
Japón	4,24	3,99%
Resto de Asia	5,41	4,08%
Europa	2,58	3,37%
Australia	0,17	4,51%
Resto del mundo	1,83	4,21%

POLISACÁRIDOS: FUCOIDANOS

Presentes en algas pardas, los fucoidanos se comercializan en el mercado principalmente en el formato de cápsulas, como suplementos alimentarios. El mercado de estos productos es bastante menor, en todo caso, al de los extractos de algas.

En términos de valor, el mercado se estimó en USD 29,5 millones en 2017, con una CAGR esperable de 3,8% (2017- 2024), siendo líder EE.UU. (34%), seguido de China, Japón y otros países de Asia. No obstante, Australia y otros países del resto del mundo presentarán las más altas tasas de crecimiento anual, mayores al 4% (QY Research, 2018).

En 2017, se estimó un mercado de 14.451 Kg, comercializándose el 53% en el formato cápsulas, seguido del polvo (33,6% en volumen). Para 2024, se proyectan 20.956 Kg, con una tasa de crecimiento de 5,5% durante ese período (2017- 2024). En general, se espera que el formato en cápsulas siga siendo el más importante en volumen, con una mayor tasa de crecimiento cercana a 5,9%. Solo en Australia se observa que el polvo tiene mayor participación, con precios casi 10% superiores.

El mercado de EE.UU. ha ido en aumento (USD 10 millones en 2017). Sin embargo, el precio de los productos ha disminuido, de USD 2.155/kg a USD 1.923/kg, entre 2013 y 2017. El principal formato de venta es cápsulas para su uso en la línea de salud y cuidado, misma tendencia que se ve en Europa, China y Japón, esperándose se mantenga durante los próximos 5 años.

Un ejemplo es Fucoidan Brown Seaweed Extract, de la compañía Absonutrix (EE.UU.), que se promociona con 85% de pureza (USD 21,46 la unidad, 60g). Nature Medic (Japón) comercializa en formato líquido y en cápsulas (USD 300 unidad, 50g).



Productos comercializados que contienen fucoidan.

Según QY Research (2018), las principales aplicaciones de los fucoidanos están en el sector de salud y cuidado, con un mercado de 13.097 Kg en 2017 (90,6% de las ventas en volumen) y una CAGR estimada en 5,47% en 2024. Le sigue muy de lejos su uso en cosméticos y como fármaco, que se espera aborden en 2024 mercados de 1.159 y 777 kg, respectivamente, con tasas de crecimiento cercanas al 5,2%.

Empresas cuyo rol en la comercialización de fucoidan es importante son Kanehide (Japón), Kamerycah (Japón), Takara (Japón) y Seaherb (Corea), quienes concentran más del 50% en volumen, seguidos por Yaizu Suisankagaku (Japón), FMC (EE.UU.), Fucoidan Force (EE.UU.), Haerim Fucoidan (Corea), Marinova (Australia), FucoHiQ (China). En valor, las mencionadas Kanehide, Kamerycah y FucoHiQ poseen más del 50%. En promedio, estas venden sus productos a USD 1.948/kg (2017) con un margen bruto de 26 a 18% (23% promedio).

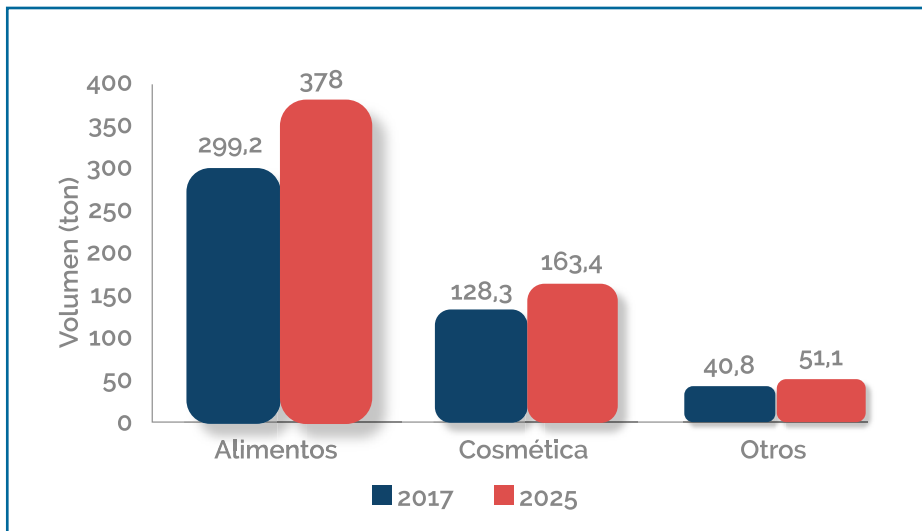
PIGMENTO: FUCOXANTINA

Tamaño de Mercado 2017
USD 88,2 millones

Proyección año 2025
USD 108,08 millones

CAGR (2017 -2025)
2,52%

Mercado Fucoxantina, en volumen, según aplicación, 2017 - 2025 (ton)



Mercado Fucoxantina, según región, 2017

Región	Tamaño mercado 2017 (USD millones)	CAGR (2017-2025)
Europa	24,79	2,31%
Norte América	19,24	2,37%
Japón	16,18	2,87%
Resto del mundo	15,41	2,67%
China	12,61	2,54%





Ejemplos de productos que contienen Fucoxantina.

PIGMENTO: FUcoxANTINA

La aplicación de fucoxantina en distintos tipos de productos, y con ello su demanda, ha ido en alza en mercados como nutracéuticos y cosméticos, farmacéuticos, alimentarios, entre otros, principalmente debido a las propiedades saludables que se le atribuyen.

Según datos de QYResearch (2018), el mercado global de la fucoxantina creció, entre 2013 y 2017, de 395,5 ton a 468,3 ton, proyectándose 484 ton para 2018 y 592,5 en 2025, con una CAGR de 3% (2017 - 2025). El principal uso está en la industria alimentaria, como ingrediente funcional, con 63,8% del mercado en volumen a 2017, porcentaje que se mantendría en los próximos años. La industria cosmética concentra un poco más del 27% del mercado en volumen y se espera que en 2025 llegue a 163,4 ton. El resto del mercado, englobado en "otros", corresponde principalmente a uso médico o farmacéutico, que en 2025 sumaría 51,1 ton, con el 8,6%. La mayor tasa de crecimiento anual, de 2017 a 2025, la tendría la fucoxantina de uso cosmético (3%), luego la industria alimentaria (2,9%) y otros (2,8%).



En términos de valor, el mercado en 2017 fue de USD 88,2 millones y se espera que al 2025 llegue a USD 108 millones, con una CAGR de 2,5%. Geográficamente, el principal mercado es Europa, que concentra cerca del 28%, esperándose que se mantenga en los próximos años, llegando a USD 30,14 millones en 2025. Le sigue Norteamérica (22%), Japón (18%) y China (14%). Se espera que entre 2017 y 2025 estas participaciones por región se mantengan, pronosticándose para Japón y "otras regiones" las mayores CAGR (2,9 y 2,7%, respectivamente).

Oryza Oil & Fat Chemical (Japón) y PoliNat (España) son las principales empresas de la industria de la fucoxantina, sumando más del 40% del mercado. Los mercados más relevantes para los productos elaborados a base de fucoxantina se localizan en EE.UU, Europa, China y Japón, donde el precio de venta del extracto de fucoxantina fluctúa entre USD 50 y USD 250 por kg, valor condicionado a la calidad o pureza del producto, con un promedio cercano a USD 190/kg. En Japón es donde se observan los mayores precios y en China los más bajos.

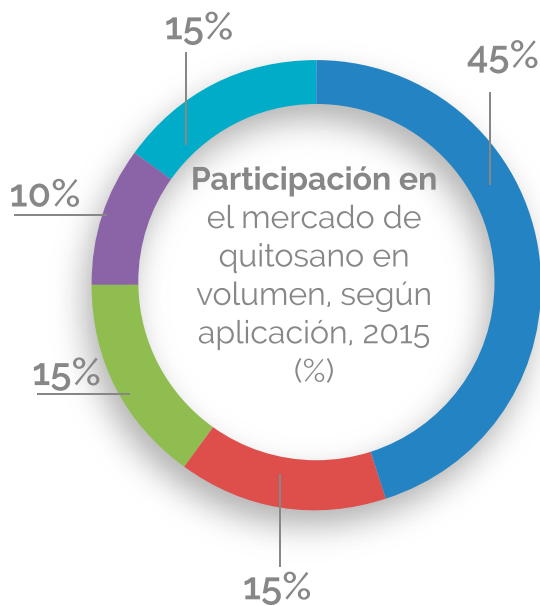
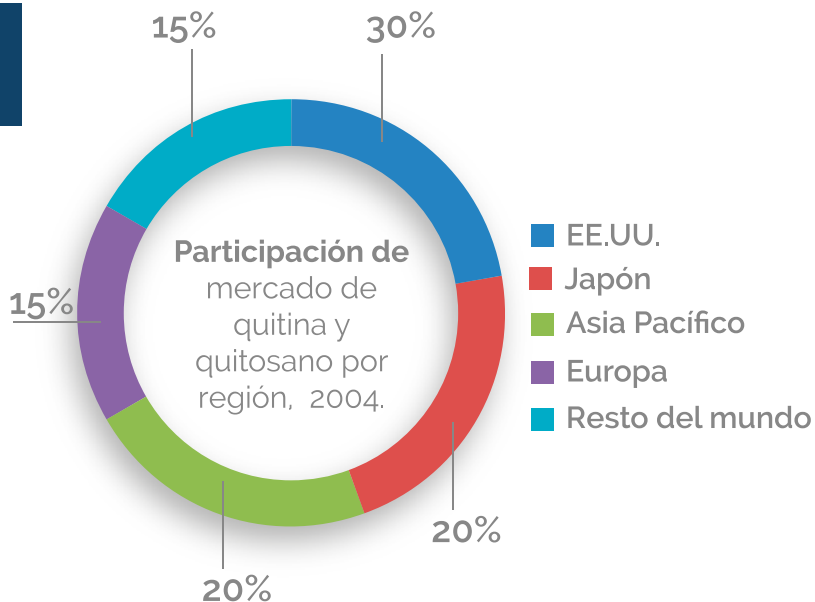
Los productos con fucoxantina que se comercializan son principalmente extractos de algas pardas, aunque la mayoría no indica el porcentaje de fucoxantina que contiene. Oryza Oil & Fat Chemical ofrece fucoxantina en formato líquido y en polvo, que contienen entre 0,1 y 5% de fucoxantina, proveniente del alga *Laminaria japonica*. A su vez, Nutraceuticals International Group elabora su producto a partir del alga wakame, que contiene cerca de 1% de fucoxantina, concentrándola a más de 10% para su producto final, al cual también le reduce el contenido de metales pesados. Otro ejemplo es Amicogen, que elabora un producto a partir del alga *Undaria pinnatifida*, con un porcentaje final de >2% de fucoxantina, en formato polvo y oleoso.



QUITOSANO

Tamaño de mercado 2015
USD 3,19 billones

Proyección año 2025
USD 17,84 billones



- Tratamientos de agua
- Cosméticos y farmacéuticos
- Farmacéuticos
- Alimentos y bebidas
- Otros



Productos comerciales con quitosano disponibles en el mercado.

QUITOSANO

El tamaño global del mercado de quitosano se estimó en USD 3,2 billones en 2015, con un CAGR de 6-8%, y se espera que experimente un crecimiento significativo durante los próximos años debido a sus nuevos alcances de aplicación en la industria de tratamiento de aguas, alimentos, medicina y cosmética. Estimaciones de Grand View Research en 2016 pronostican para 2025 un mercado de USD 17,8 billones.

Según su uso, el producto se comercializa bajo diversas calidades y purezas. Se espera que la aplicación en tratamiento de aguas residuales sea el factor clave para su crecimiento en el mercado. En el 2015, la demanda para este uso fue la más importante, seguido de aplicaciones en cosméticos, farmacéuticos y alimentos y bebidas. No obstante, se espera que los cosméticos sean un segmento de aplicación clave para el producto y es probable que crezcan a una CAGR del 20% de 2016 a 2025.

La demanda de quitosano en la industria de alimentos y bebidas en Asia-Pacífico fue valorada en más de USD 45 millones en 2015. El rápido crecimiento de la industria de alimentos y bebidas, farmacéutica y cosmética en países como China, Corea e India tendría un impacto positivo en su comercialización.

En EE.UU., el mercado es principalmente impulsado por el costo, la disponibilidad y la pureza del producto. Que existan pocos productores con insuficiente volumen de productos de alta pureza podría obstaculizar el crecimiento. EE.UU. depende en gran medida de la producción de quitosano de los países asiáticos, por lo que la presencia de actores claves como Agratech LLC y FMC Corporation podría abrir vías para el crecimiento.

En 2004, el mercado mundial de la quitina y quitosano fue liderado por EE.UU. (30%), seguido de Japón y Asia-Pacífico (20% respectivamente), Europa (15%) y resto del mundo (15%) (Pastor, 2004). En Asia-Pacífico, los principales productores son China, Vietnam e India. Al año 2015, Japón domina la industria con el 35% del mercado, debido a la adopción temprana del producto, especialmente para la aplicación de tratamiento de agua en la región. Además, los productores nipones exportan quitosano hacia Norteamérica y Europa.

Existe gran variedad de productos comerciales a base de quitosano, cuyos precios fluctúan entre USD 5 y USD 100/kg, dependiendo del nivel de pureza. Por ejemplo, la compañía Now Foods ofrece quitosano en cápsulas como nutracéutico (USD 20,5 la unidad, 120 g), promocionando la propiedad de mantener los niveles de colesterol saludables y ayudar a absorber grasas. A su vez, Blackburn Distributions comercializa quitosano en polvo a un valor de USD 35,2/250 gramos.



G LUCOSAMINA



Productos comerciales que contienen glucosamina.

El mercado global de la glucosamina se segmenta principalmente en suplementos nutricionales, alimentos y bebidas, y dentro de éstos, destacan los productos lácteos. Los primeros son el segmento más grande, estimado en más de 22.000 toneladas en 2014, debido a su uso generalizado en el mantenimiento de la salud de las articulaciones y los huesos.

Para 2025 se espera un mercado global de glucosamina de USD 1 billón y una CAGR de 10,9% (2015-2025). La demanda mundial en 2013 fue de 25.582 ton y se espera que en 2020 crezca a 63.789 ton, con una CAGR de 15% (2014-2020).

El producto se fabrica principalmente a partir de crustáceos, incluidos camarones y cangrejos. Sin embargo, el aumento de casos de alergia y del número de veganos, especialmente en EE.UU., ha generado su desarrollo a partir de hongos y otras fuentes vegetales. La utilización de glucosamina en la industria alimentaria es una aplicación relativamente nueva, incluyendo los productos lácteos, por lo que se espera que este mercado tenga una penetración moderada pero creciente en los próximos años, sobre todo por la popularidad de los productos fortificados en Europa y Asia Pacífico.



La demanda mundial de glucosamina en alimentos y bebidas fue de 4.520 toneladas en 2013 y se esperaba un crecimiento del 14,6% de 2014 a 2020. Por su parte, los suplementos nutricionales demandaron en 2013 más de 20.000 ton.

Al año 2014 Asia-Pacífico presentó una demanda de 2.000 ton y se visualiza que Japón sería el mercado más dinámico, con una tasa de crecimiento de 16,1% (2014 a 2020), debido al aumento de la aplicación de glucosamina. En 2014, el mercado en este país se estimó en USD 200 millones. (Grand View Research, 2016).

El consumo de glucosamina en productos lácteos, segmento de aplicación de mayor importancia en la categoría alimentos y bebidas, se valoró en USD 24,6 millones en el año 2013 y se espera que alcance USD 57,5 millones en 2020, creciendo a una tasa compuesta anual (CAGR) de 13,0% del 2014 al 2020.

Entre las compañías que lideran el mercado están División Química Alcan, Xiamen Blue Bay Ciencia y Tecnología Co. Ltd., Alfa Chem, Triarco Industries Inc., Cargill Inc., Synasia Inc. y Dalian Lijian Bio-Technology Development Co. Ltd.

Los productos comerciales se presentan en distintos formatos. Por ejemplo, líquido, como Synflex, de Glucosamine Supplements Australia, a un precio cercano a USD 30/ 1,5 L, y en polvo o encapsulado, como Cosamin, de Nutra Max, a USD 25 la unidad (225g).

PRIORIZACIÓN DE BIOPRODUCTOS MARINOS

Para definir las oportunidades de desarrollo de una industria de bioproductos marinos para la Región de Coquimbo, es necesario analizar información estratégica que permita identificar aquellas alternativas con mayor potencial. Entre los factores relevantes a considerar se encuentran los relacionados a la materia prima, el mercado y la tecnología.

Los recursos naturales o materias primas disponibles son evidentemente un factor determinante en el asentamiento inicial de una industria de bioproductos marinos, motivo por el cual son abordados como fundamentales para cada bioproducto, considerando también el rendimiento del bioproducto asociado a ella y la versatilidad de uso de la materia prima (diversidad de la fuente). Asimismo, es importante estudiar la factibilidad de cambio de uso de la materia prima, ya que algunas de ellas ya se utilizan para la obtención de otros productos, como la harina de pescado por ejemplo.

Es preciso conocer también dónde serán posicionados los ingredientes seleccionados; es decir, los países en que éstos actualmente tienen mayor presencia comercial dentro de su mercado y cuán competitivos podrían ser. Se debe considerar, además de los recursos disponibles y las demandas del mercado, que la instalación y permanencia en el tiempo de una industria compleja como ésta requiere consolidar elementos técnicos, imprescindibles para su despegue así como para asegurar su flexibilidad y adaptación frente a las cambiantes tendencias comerciales y funcionales. Los recursos tecnológicos asociados a su producción, junto con la integración de productos, son por ello factores relevantes.

Por último, es necesario observar la realidad regional y determinar el impacto que podría suponer en ella, considerando el número de potenciales beneficiarios directos e indirectos.



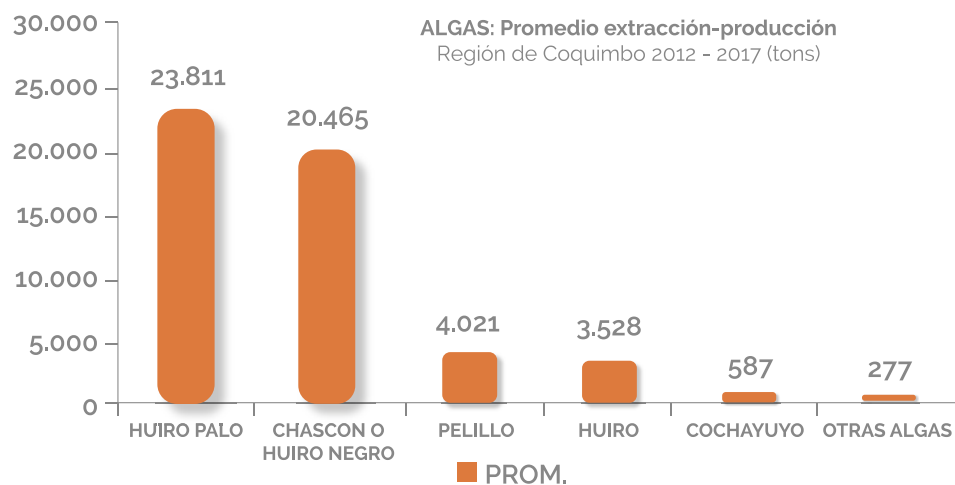


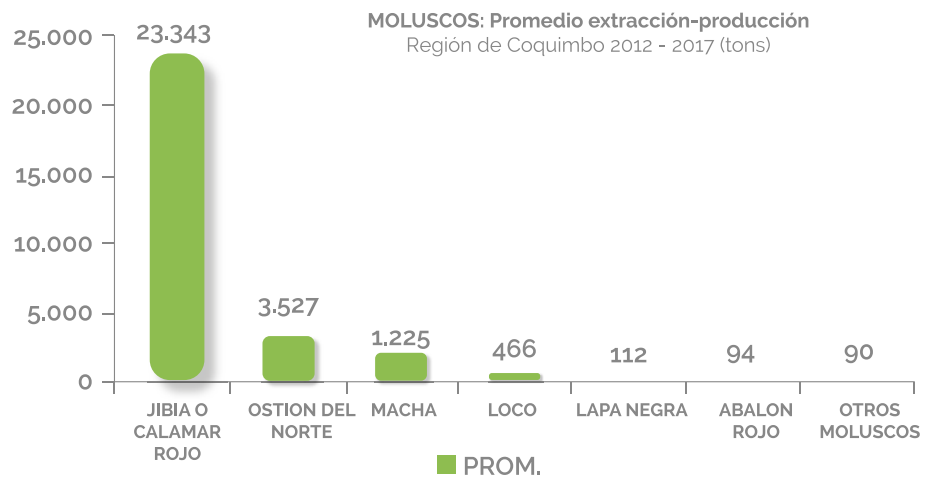
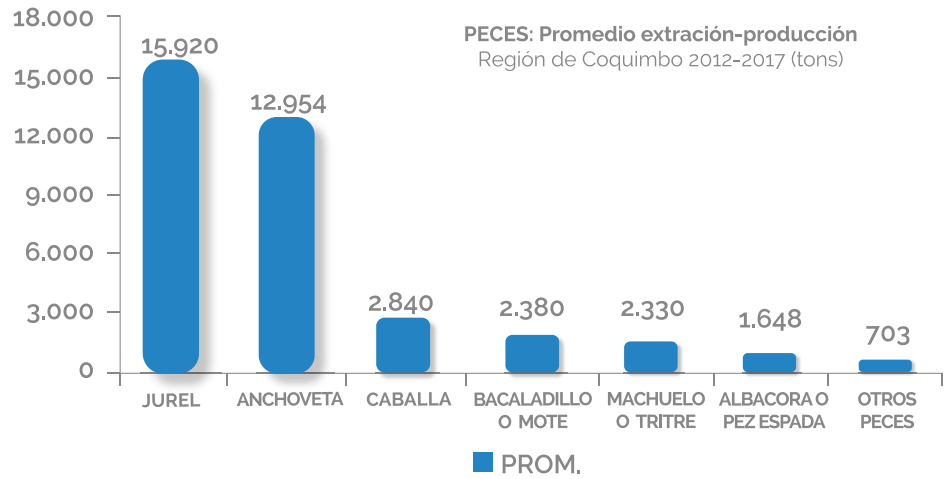
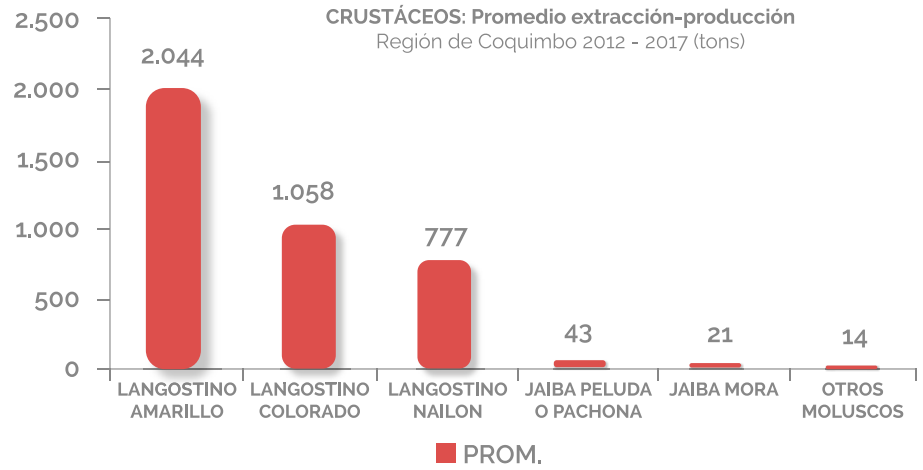
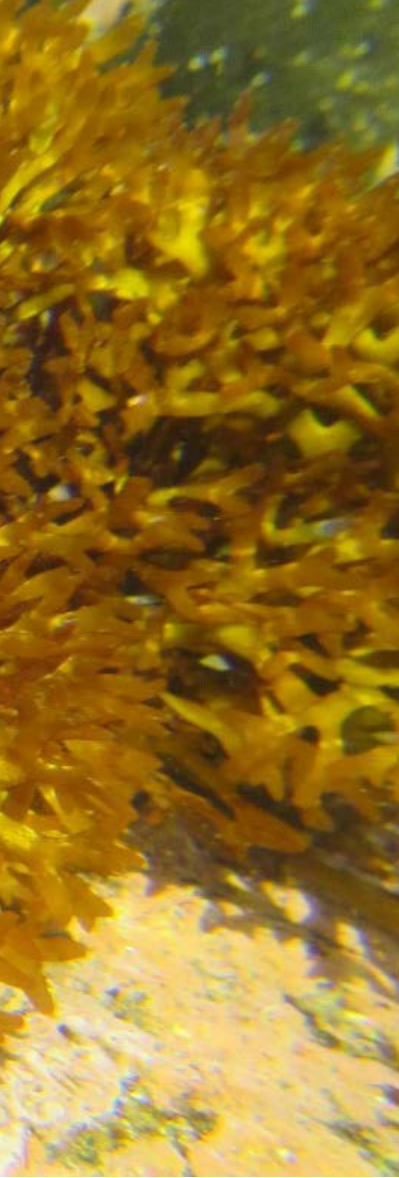
Los siguientes son los factores estratégicos sobre los cuales se realizó el análisis y posterior selección de los bioproductos más competitivos para la región.

DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

Se identificaron y cuantificaron las especies con mayor disponibilidad en volumen, tanto en la Región de Coquimbo como en la zona costera entre las regiones Arica y Parinacota a Los Lagos. Sobre la base de esa información, se seleccionaron 14 especies, las que se presentan a continuación.

- Peces: jurel, caballa, anchoveta.
- Algas: huiro negro, huiro palo, huiro y pelillo.
- Crustáceos: camarón nailon, langostino amarillo y rojo.
- Moluscos y otros: jibia, loco, ostión y abalón.





Fuente: Sernapesca

RENDIMIENTO DEL BIOPRODUCTO

A partir del potencial volumen disponible para la extracción del bioproducto, se considera la concentración estimada del compuesto específico en el recurso o fracción de recurso. Para ello, se utilizaron datos obtenidos de fuentes bibliográficas, según compuesto y recurso o especie asociada. Para aquellos compuestos en que no se encontró información, se estimaron datos a partir de conocimiento propio.

DIVERSIDAD DE LA FUENTE

Se considera que un bioproducto proviene de fuentes diversas cuando se puede obtener de distintos grupos taxonómicos de recursos, como los hidrolizados proteicos que podrían obtenerse a partir de pescados, moluscos (jibia) y algas. Cuando puede obtenerse solo a partir de un grupo de recursos, se dice que es de baja diversidad, como es el caso de la hemocianina (moluscos).

COSTO ALTERNATIVO DEL RECURSO

Existen casos en que la materia prima es utilizada en industrias consolidadas, con altos volúmenes de recursos transados y de ingresos. En la industria de harina de pescado, por ejemplo, la materia prima sería la misma o similar a la de hidrolizados proteicos, por lo que el costo alternativo del recurso sería alto, requiriéndose un esfuerzo importante para destinar el pescado para otro fin.

COMPETITIVIDAD EN EL MERCADO

Se consideró que un producto competitivo en el mercado debe poseer bajo número de competidores y bajo costo de producción. Si se cumplen ambas condiciones se evalúa como altamente competitivo. Un producto con muchos competidores y alto costo de producción comparativo presentaría por tanto un bajo nivel de competitividad.



RECURSOS TECNOLÓGICOS

Este factor se relaciona directamente con temas como el acceso a las tecnologías, la capacidad de infraestructura instalada o complejidad de instalarla, la existencia de capital humano apropiado y el nivel de sofisticación de los bioproductos. Este último punto se asocia la mayoría de las veces al nivel de concentración y/o pureza del producto, y la calidad de los procesos requerida para cumplir la regulación vigente.

Diversos procesos deben abordarse para la producción de un bioproducto una vez recolectada la materia prima, que hacen más o menos difícil el desarrollo de un producto comercial.

El recurso tecnológico nacional, o regional según el caso, es un factor clave para determinar la capacidad actual y potencial de la Región de Coquimbo de montar –de manera eficiente y con una complejidad progresiva y acorde con la madurez tecnológica, innovadora y comercial de la región– una industria con base tecnológica para la producción de bioproductos marinos con valor agregado. Se evalúo por ello la factibilidad técnica de su ejecución, relacionada directamente con la complejidad tecnológica asociada al proceso de producción del bioproducto. Existen en Chile tecnologías para algunos bioproductos, mientras que para otros aún no están disponibles o se requiere algún grado de adaptación. En tales casos la complejidad tecnológica sería alta y media, respectivamente.

INTEGRACIÓN DE PRODUCTOS

La capacidad de generar bioproductos secundarios a partir del proceso de obtención de un bioproducto principal se conoce como integración de productos. Por ejemplo, el proceso de obtención de quitosano puede generar también glucosamina.

NÚMERO DE POTENCIALES BENEFICIARIOS

El potencial número de beneficiarios se relaciona con las actuales empresas instaladas en la región vinculadas al recurso asociado a un bioproducto. Si bien no participarían necesariamente del potencial negocio, es un indicador interesante, considerando que algunas industrias muestran alto interés en agregar valor a sus productos y/o desechos.



A continuación se muestra la descripción y tabla de puntuación de los criterios de selección definidos para la priorización de biopro

CRITERIOS DE SELECCIÓN								
Puntaje	Disponibilidad del Recurso	Rendimiento del Bioproducto	Competitividad en Mercado	Factibilidad Técnica	Diversidad de Fuente	Número Potencial Beneficiarios	Integración de Productos	Costo Alternativo del Recurso
1	Escasamente disponible (<5.000 ton/Año)	Bajo (<5.000 ton/Año)	Baja competitividad (alto costo de producción y muchos competidores)	Alto grado de complejidad (tecnología no disponible en Chile)	Producto obtenible de un único grupo de recurso (algas, moluscos, peces o crustáceos)	Bajo número de beneficiarios (0-2)	No se pueden obtener productos derivados a partir del bioproducto	Alta dificultad para cambiar uso habitual de la materia prima
2	Poco disponible (5.000 <30.000 ton/Año)	Medio (5.000 <15.000 ton/Año)	Competitividad Media	Complejidad media (tecnología disponible en Chile, pero requiere adaptación)	Producto obtenible de 2 grupos de recursos distintos (algas, moluscos, peces o crustáceos)	Número de beneficiarios medio (3-5)	Se puede obtener 1 producto derivado a partir del bioproducto	Dificultad media para cambiar uso habitual de la materia prima
3	Disponible (>30.000 ton/Año)	Alto (>15.000 ton/Año)	Alta Competitividad (bajo costo de producción y pocos competidores)	Baja Complejidad (tecnología disponible en Chile)	Producto obtenible de al menos 3 grupos de recursos distintos (algas, moluscos, peces o crustáceos)	Gran número de beneficiarios (>5)	Se puede obtener 2 o más productos derivados a partir del bioproducto	Baja dificultad para cambiar uso habitual de la materia prima

De acuerdo a los criterios descritos, se realizó la evaluación, análisis y puntuación de cada bioproducto asociado a su recurso o materia prima, con la participación del Programa Estratégico Regional MásMar representando al sector productivo de Coquimbo. Cada criterio se ponderó con la misma valorización, obteniéndose para cada bioproducto un puntaje final, resultante del promedio de cada criterio. De esta manera, según lo indicado en la tabla anterior, se determinó como bioproductos priorizados **extractos de algas, hidrolizados proteicos y colágeno.**

CONSIDERACIONES FINALES

Para la generación de modelos de negocios asociados a los bioproductos priorizados, existen consideraciones transversales a ellos, las que se resumen a continuación.

PROPUESTA DE VALOR

- Valorizar la materia prima de origen marino, generando impacto económico, social y ambiental en la Región de Coquimbo.
- Desarrollo y producción de bioproductos para uso alimentario y/o nutracéutico y/o cosmético como alternativa de valorización de productos y subproductos pesqueros y acuícolas.
- En el caso de hidrolizados proteicos, dar primeros pasos hacia ingredientes para mercado de mascotas (Pet Food) basados en relación B2B.

ACTIVIDADES CLAVE

- Desarrollar sistemas que permitan mantener la inocuidad, trazabilidad y control de calidad de la materia prima y producto.
- Contar con personal calificado y una unidad piloto que permita el desarrollo de productos y su posterior comercialización.
- Cuantificar disponibilidad sustentable de materia prima regional y disposición de productores/extractores/recolectores para ofrecer cantidad y calidad requeridas.
- Caracterizar bioproductos a obtener, cuantificando contenido y calidad de moléculas de interés, así como contenido de metales pesados.

RECURSOS CLAVE

- Materia prima de alta calidad
- Relación con proveedores de materia prima
- Personal especializado
- Laboratorio/unidad de pilotaje
- Desarrollo comercial

SOCIOS CLAVE

- Apoyo Institucionalidad Pública: Corfo, Conicyt, Gobierno Regional, Seremi de Salud, SubPesca, PER MásMar, Sernapesca.
- Apoyo tecnológico: Asesores, universidades y centros tecnológicos con experiencia en hidrólisis enzimática, desarrollo de productos y procesos.
- Sector privado: empresarios.



CAPÍTULO 4

LA PRÓXIMA FRONTERA

Ácido hialurónico desde ojos de pescado, que luego podrían ser compuestos de una crema antiarrugas; hidrolizados proteicos, obtenidos de su piel y músculos, con numerosas aplicaciones en salud (antihipertensivo, antibacteriana, anticoagulante, entre otras); extractos de algas para mejorar la retención de la humedad de la piel; fibra para dietas con efectos terapéuticos y pigmentos de algas con propiedades adelgazantes y antidiabéticas; péptidos a partir de crustáceos con actividad antiviral... y así, un listado que puede parecer infinito de beneficios descubiertos y muchos más por descubrir.

El mar aún está abierto a las posibilidades de investigar y seguir detectando esta verdadera farmacia que se alberga en la riqueza de su ecosistema. Cualquier intento por explorarlo y determinar sus compuestos siempre termina en un humilde reconocimiento de que sólo se logró sondear una fracción de esa inmensidad.

Pero aún así, admitiendo esta deuda imposible de saldar, las pesquisas realizadas y el enorme avance de la biotecnología permitieron definir en estas páginas previas un universo de bioproductos posibles a partir de los recursos existentes en la Región de Coquimbo.

La acuciosa Vigilancia Tecnológica realizada por este proyecto permite poner a disposición de los interesados un vasto caudal de información, que además fue observado con la lupa de diversos análisis para finalmente acotar las oportunidades más viables de desarrollo para los bioproductos de origen marino.

La multiplicidad de factores que se juegan para que pueda concretarse esta valorización de los recursos de las costas de Coquimbo, pueden resumirse en los expuestos en las páginas previas. Partiendo por lo esencial, la disponibilidad del recurso o materia prima, en una cadena en que se requiere observar también el rendimiento del bioproducto, de acuerdo a la concentración estimada del compuesto en el recurso o fracción de éste; la diversidad de la fuente, según los grupos de especies de los que se puede obtener, y su competitividad en el mercado, sopesada con el número de productos similares y el costo de producción.

Asimismo, todo puede quedar en una buena idea si no se cuenta con los recursos tecnológicos para efectivamente producirlo, en cuanto al acceso a las tecnologías, la capacidad instalada o las posibilidades de generar esa infraestructura.

Estos y otros aspectos fueron cruciales para poner la marca de "priorizados" a tres bioproductos: extractos de algas, hidrolizados proteicos y colágeno.

Cuantiosos filtros para llegar a estos tres candidatos que esperan ser impulsados a nivel regional, tanto por el sector público como privado, porque esa es la meta fijada para este proyecto. Que eso suceda, que no se quede en estas páginas de información y análisis, va a depender



de que el ecosistema regional tenga la visión y logre alinearse con lo que hoy el mundo está demandando: salud, belleza y alimentos funcionales a partir de recursos de origen marino.

El desafío, sin embargo, no acaba ahí. Se debe hacer en un sistema productivo bajo el concepto modelo de Economía Circular, con cero impacto en el medio ambiente, generando valor agregado a los recursos marinos de la región y a la sociedad.

Si bien la complejidad no es menor, la Región de Coquimbo ha demostrado tener las capacidades técnicas y de capital humano para poder desarrollar este tipo de soluciones, con universidades, centros tecnológicos y empresas con las destrezas para tomar este reto, a condición de unir esas fortalezas en un modelo asociativo que permita potenciarlas.

Siempre hay un primer paso y este proyecto podría serlo. Una visualización inicial de lo que se tiene y lo que se podría lograr con ello, acompañado de las alianzas internacionales que permitan llegar antes a ese objetivo, porque es un camino que ya recorrieron y que conocen de memoria.

Al trabajo de vincularse a entidades internacionales, hay que sumar la necesaria revisión interna (todo parte por casa) para flexibilizar los modelos de negocio de las empresas, fomentar la apertura a la innovación y -algo muy importante- reconocer y valorizar cada uno de los eslabones de esta cadena, desde el recolector o extractor del recurso hasta las instituciones del Estado.

Como Fundación Chile, institución responsable de liderar este proyecto, seguiremos apostando para que este sueño regional y nacional se haga realidad, con bioproductos que lleven los recursos de las costas de Coquimbo a las estanterías de farmacias y otros comercios en todo el mundo. Es nuestro lema, y al mismo tiempo una invitación, a mover la frontera de lo posible.



BIBLIOGRAFÍA

Allied Market Research, (2016). Omega-3 Market by Type (ALA, EPA, and DHA), Source (Fish Oil & Krill Oil, Algal Oil, Walnut, Pumpkin Seeds, Soybean Oil, Canola Oil, Bean Curd, and Others), Application (Dietary Supplement, Pharmaceutical, Infant Formula, Food & Beverage, Pet Food, and Fish Feed) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2014 - 2022.

<https://www.alliedmarketresearch.com/omega-3-market>

Atalah, E. (2012). De la desnutrición a la obesidad: evolución de los problemas nutricionales en Chile. Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

www.redsalud.gov.cl

Berna K, S. C. (2013). Seaweeds for Food and Industrial Applications. Intech, 735-746.

Berteau, O. y Mulloy, B. (2003). Sulfated fucans, fresh perspectives: structures, functions, and biological properties of sulfated fucans and an overview of enzymes active toward this class of polysaccharide. *Glycobiology* 13: 29R-40R.

Besednova, N. N., Zaporozhets, T. S., Kovalev, N. N., Makarenkova, I. D., & Yakovlev, Y. M. (2017). Cephalopods: The potential for their use in medicine. *Russian Journal of Marine Biology*, 43(2), 101-110.

Bhargava, P.; John L. Marshall, William Dahut, Naiyer Rizvi, Nina Trocky, Jon I. Williams, Howard Hait, Sharon Song, Kenneth J. Holroyd and Michael J. Hawkins (2001). A phase I and pharmacokinetic study of squalamine, a novel antiangiogenic agent, in patients with advanced cancers. *Clin Cancer Res* 7: 3912-3919.

Cardoso, S. (2014). Bioproducts from Seaweed: A review with special focus on the Iberian Peninsula. Bentham Science Publishers. , 896-917.

Cardozo, K.H.M., Thais Guaratini, Marcelo P. Barros, Vanessa R. Falcão, Angela P. Tonon, Norberto P. Lopes, Sara Campos, Moacir A. Torres, Anderson O. Souza, Pio Colepicolo, Ernani Pinto (2007). Metabolites from algae with economical impact, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 146:60-78.

Cian, RE., Olga Martínez-Augustin, Silvina R. Drago (2012a). Bioactive properties of peptides obtained by enzymatic hydrolysis from protein byproducts of *Porphyra columbina*. *Food Research International* 49: 364-372.

Cian, RE., Rocío López-Posadas, Silvina R. Drago, Fermín Sánchez de Medina, Olga Martínez-Augustin (2012b). A *Porphyra columbina* hydrolysate upregulates IL-10 production in rat macrophages and lymphocytes through an NF- κ B, and p38 and JNK dependent mechanism. *Food Chemistry* 134: 223.

Chen, D., Zunying Liu, Wenqian Huang, Yuanhui Zhao, Shiyuan Dong, Mingyong Zeng. (2013). Purification and characterization of a zinc-binding peptide from oyster protein hydrolysate. *Journal of Functional Foods* 5: 689-697.

Cheung, R. C., Bun Ng, T., & Wong, J. H. (2015). Marine Peptides: Bioactivities and Applications. *Mar. Drugs*, 13, 4006-4043.

Chi, C-F., Fa-Yuan Hu, Bin Wang, Tao Li, Guo-Fang Ding (2015). Antioxidant and anticancer peptides from the protein hydrolysate of blood clam (*Tegillarca granosa*) muscle. *Journal of Functional Foods* 15: 301-313

Choi, J. H., Kim, K. T., & Kim, S. M. (2015). Biofunctional properties of enzymatic squid meat hydrolysate. *Preventive nutrition and food science*, 20(1), 67.

Coelho, R. C., Marques, A. L., Oliveira, S. M., Diogo, G. S., Pirraco, R. P., Moreira-Silva, J., & Mano, J. F. (2017). Extraction and characterization of collagen from Antarctic and Sub-Antarctic squid and its potential application in hybrid scaffolds for tissue engineering. *Materials Science and Engineering: C*, 78, 787-795.

CRN, (2013). Council for Responsible Nutrition Consumer Survey on Dietary Supplements.

Cruces, E., Huovinen, P. and Gómez, I. (2012), Phlorotannin and Antioxidant Responses Upon Short-term Exposure to UV Radiation and Elevated Temperature in Three South Pacific Kelps. *Photochemistry and Photobiology*, 88: 58-66.

Dong, XiuPing; Zhu, BeiWei; Zhao, HongXia; Zhou, Da Yong; Wu, HaiTao; Yang, JingFeng; Li, DongMei; Murata, Yoshiyuki (2010), Preparation and in vitro antioxidant activity of enzymatic hydrolysates from oyster (*Crassostrea talienwhannensis*) meat. *International journal of food science & technology* 45:978-984.

Eom, S., Kim, Y., Kim, S. (2012) Antimicrobial effect of phlorotannins from marine brown algae. *Food and Chemical Toxicology* 50: 3251-3255.

Ezquerria-Brauer, J. M., Márquez-Ríos, E., López-Corona, B. E., Ocaño-Higuera, V. M., Ramírez-Guerra, H. E., Cota-Arriola, O., & Torres-Arreola, W. (2018). Physico-chemical changes of pepsin-solubilized and insoluble collagen in jumbo squid (*Dosidicus gigas*) muscle after cooking process. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 821-834.

Faulkner, D.J. (2001). Marine natural products. *Nat. Prod. Rep.*, 2001, 18, 1R-49R.

Fundación para la Innovación Agraria, FIA (2017). Estrategia para el Desarrollo de la Industria de Ingredientes Funcionales en Chile.
http://transformaalimentos.cl/assets/docs/documentos/2017-FIA-Estrategia_Desarrollo_Industria_Ingredientes_en_Chile.pdf

Fundación para la Innovación Agraria, FIA (2017). Producción de Aminoácido Micosporina desde Macro Algas para Uso como Filtro Solar.
<http://www.fia.cl/wp-content/uploads/2018/02/PYT-2012-0019.pdf>

Fusetani, N. (2010). Biotechnological potential of marine natural products. *Pure and Applied Chemistry*, 82: 17-26.
Global Market Insight (2016). Collagen Market Size, Share - Analysis Report, 2023.

Global Market Insight (2016). Collagen Market Size, Share - Analysis Report, 2023.

Gonzalez, R., Ramírez, A., & Solar, O. (2011). Proyecto INNOVA-CORFO 07CN13PBT-59 PROSAL II Informe Final: Valorización de subproductos de la salmonicultura mediante biotecnología enzimática.

Grand View Research (2016). Chitosan Market Size Analysis, Industry Research Report, 2018-2025.
<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-chitosan-market>

Grand View Research (2016). Glucosamine Market Size And Share, Industry Report, 2022.
<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/glucosamine-market>

Grand View Research (2017). Collagen Market By Source (Bovine, Porcine, Poultry, Marine), Product (Gelatin, Hydrolyzed Collagen), Application (Food & Beverages, Healthcare, Cosmetics), By Region, And Segment Forecasts, 2014 - 2025.
<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/collagen-market>

Grand View Research (2017). Collagen Market Size.
<http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-collagen-market>

Grand View Research (2017). Omega 3 Supplement Market Analysis.
<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/omega-3-supplement-market>

Grand View Research (2018). Omega 3 Market Analysis By Application (Supplements & Functional Foods, Pharmaceuticals, Infant Formula, Pet & Animal Feed) And Segment Forecasts To 2022.
<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/omega-3-market>

Green, T. J., Robinson, N., Chataway, T., Benkendorff, K., O'Connor, W., & Speck, P. (2014). Evidence that the major hemolymph protein of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, has antiviral activity against herpesviruses. *Antiviral research*, 110, 168-174.

Halim, N. R. A., Yusof, H. M., & Sarbon, N. M. (2016). Functional and bioactive properties of fish protein hydrolysates and peptides: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 51, 24-33.

Hancock, R., & Diamond, G. (2000). The role of cationic antimicrobial peptides in innate host defences. *Trends Microbiol.*, 8, 402-410.

Hafiz Ansar Rasul Suleria, Simone Osborne, Paul Masci and Glenda Gobe (2015). Marine-Based Nutraceuticals: An Innovative Trend in the Food and Supplement Industries. *Mar Drugs*. 2015 Oct; 13(10): 6336-6351.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4626693/>

Hofseth Biocare. (2012). Using marine offcuts to penetrate the high value nutrition market.
Retrieved from http://www.fhf.no/media/24649/hofseth_biocare-12122012.pdf

Hosokawa, M., Tatsuya Miyashita, Sho Nishikawa, Shingo Emi, Takayuki Tsukui, Fumiaki Beppu, Tomoko Okada, Kazuo Miyashita (2010). Fucoxanthin regulates adipocytokine mRNA expression in white adipose tissue of diabetic/obese KK-Ay mice. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 504: 17-25.

Hu, X, Yanmei Li, Chunhua Li, Yuanqing Fu, Fang Cai, Qi Chen, Duo Li (2012). Combination of fucoxanthin and conjugated linoleic acid attenuates body weight gain and improves lipid metabolism in high-fat diet-induced obese rats. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 519: 59-65. ICP-Texinfine Laboratories (2018).
<https://www.icp-texinfine.com/produit.php?id=3>

Ige, O. O., Umoru, L. E., & Aribo, S. (2012). Natural products: A minefield of biomaterials. *ISRN Materials Science*, 2012.

Ióca, L. P., Nicacio, K. J., & Berlinck, R. G. (2018). Natural Products from Marine Invertebrates and Microorganisms in Brazil between 2004 and 2017: Still the Challenges, More Rewards. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 29(5), 998-1031.

Instituto de Fomento Pesquero (2018).
www.ifop.cl

Je J-Y., Soo Yeon Park, Jung-Youl Hwang, Chang-Bum Ahn (2015). Amino acid composition and in vitro antioxidant and cytoprotective activity of abalone viscera hydrolysate. *Journal of Functional Foods* 16: 94-103.

Karsten, U, K. D. Barrow, R. J. King (1993). Floridoside, L-Isofloridoside, and D-Isofloridoside in the Red Alga *Porphyra columbina* (Seasonal and Osmotic Effects) *Plant Physiology* 103:485-491.

Lee, T.G. and S. Maruyama (1998), Isolation of HIV-1 Protease-Inhibiting Peptides from Thermolysin Hydrolysate of Oyster Proteins. *Biochem. Biophysic. Res.Com.*, 253: 604-608.

Lee, T.G. (2010) Peptide Inhibitor for Human Immunodeficiency Virus Type 1 (HIV-1) Protease from a Thermolysin Hydrolysate of Oyster Proteins. *Fis. Aquat. Sci.*, 13: 84-87.

Leyton, A., Pezoa-Conte, R., Barriga, A., Buschmann, A.H., Mäki-Arvela P., Mikkola, J., Lienqueo, M.E. (2016). Identification and efficient extraction method of phlorotannins from the brown seaweed *Macrocystis pyrifera* using an orthogonal experimental design. *Algal Research* 16: 201-208.

Luiten E:M, Ida Akkerman, Albert Koulman, Pauline Kamermans, Hans Reith, Maria J. Barbosa, Detmer Sipkema, René H. Wijffels. (2003). Realizing the promises of marine biotechnology, *Biomolecular Engineering* 20: 429-439.

Maeda, M., Masashi Hosokawa, Tokutake Sashima, Katsura Funayama, Kazuo Miyashita, (2005). Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues, In *Biochemical and Biophysical Research Communications*, Volume 332, Issue 2, 2005, Pages 392-397.

Mamelona, J., Pelletier, É., Girard-Lalancette, K., Legault, J., Karboune, S., & Kermasha, S. (2011). Antioxidants in digestive tracts and gonads of green urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*). *Journal of food composition and analysis*, 24(2), 179-183.

Markets and Markets (2018). Protein hydrolysates market. Global forecast to 2023.

Markets and Markets (2018). Seaweed extracts market. Global forecast to 2021.

Market Watch (2017). Collagen Market Size. <http://www.marketwatch.com/story/collagen-market-size-worth-663-billion-by-2025-growth-rate-66-grand-view-research-inc-2017-05-30-5203250>

Mathew, M., Mathew, S., Kumar, K. N. A. and Anandan, R. (2008), Analgesic and antiinflammatory activities of liver oils of four shark species from Indian Eez. *Journal of Food Lipids*, 15: 470-487.

Michibata, H., Uyama, T., Ueki, T., & Kanamori, K. (2002). Vanadocytes, cells hold the key to resolving the highly selective accumulation and reduction of vanadium in ascidians. *Microscopy research and technique*, 56(6), 421-434.

Mitre, R. Cheminada, C., Allaupe, P., Legrand, P. Legrand, A.B. (2004). Oral intake of shark liver oil modifies lipid composition and improves motility and velocity of boar sperm (2004). *Theriogenology* 62:1557 - 1566.

Miyashita, K. (2005). "Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues". *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 332, 392-397.

Miyashita, K.; Nana Mikami, Masashi Hosokawa, Chemical and nutritional characteristics of brown seaweed lipids: A review. (2013). *Journal of Functional Foods* 5:1507-1517. Miyashita, K. (2005). "Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues". *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 332, 392-397.

Moore, K.S.; S Wehrli, H Roder, M Rogers, J N Forrest, Jr, D McCrimmon, and M Zasloff (1993). Squalamine: an aminosterol antibiotic from the shark. *PNAS* 90: 1354-1358. Murado, M.A., Montemayor, M.I., Cabo, M.L., Vázquez, J.A. and González, M.P., 2012. Optimization of extraction and purification process of hyaluronic acid from fish eyeball. *Food and Bioproducts Processing*, 90(3), pp.491-498.

Murado, M.A., Montemayor, M.I., Cabo, M.L., Vázquez, J.A. and González, M.P. (2012). Optimization of extraction and purification process of hyaluronic acid from fish eyeball. *Food and Bioproducts Processing*, 90(3), pp.491-498.

Natarajan, S. Kim, YS., Hwang, JW. & Park, PJ. (2016). Immunomodulatory properties of shellfish derivatives associated with human health. *RSC Adv.* 6: 26163-26177.

Niu, J.-F., Wang, G.-C., Zhou, B.-C., Lin, X.-Z. and Chen, C.-S. (2007), Purification of R-phycoerythrin from *Porphyra haitanensis* (Bangiales, Rhodophyta) using expanded-bed absorption. *Journal of Phycology*, 43: 1339-1347.

Oikawa, T., H. Ashino-Fuse, M. Shimamura, U. Koide, T. Iwaguchi, A novel angiogenic inhibitor derived from Japanese shark cartilage (1990). Extraction and estimation of inhibitory activities toward tumor and embryonic angiogenesis. *Cancer Letters* 51: 181-186.

Olicard, C., Renault, T., Torhy, C., Benmansour, A., & Bourgougnon, N. (2005). Putative antiviral activity in hemolymph from adult Pacific oysters, *Crassostrea gigas*. *Antiviral research*, 66(2-3), 147-152.

Pandey, V.D.; A Pandey, V Sharma (2013). Biotechnological applications of cyanobacterial phycobiliproteins. *Int.J.Curr. Microbiol.App.Sci* 2: 89-97

Park, S, J, Young-Sang Kim, Chang-Bum Ahn, Jae-Young Je (2016). Partial purification and identification of three antioxidant peptides with hepatoprotective effects from blue mussel (*Mytilus edulis*) hydrolysate by peptic hydrolysis. *Journal of Functional Foods* 20: 88-95.

Peinado, N. K., Abdala Díaz, R. T., Figueroa, F. L. and Helbling, E. W. (2004). Ammonium and UV radiation stimulate the accumulation of mycosporine-like aminoacids in *Porphyra columbina* (Rhodophyta) from Patagonia, Argentina. *Journal of Phycology*, 40: 248-259.

Plaza, M., Cifuentes, A., Ibáñez, E. (2008), In the search of new functional food ingredients from algae. *Trends in Food Science & Technology*, 19: 31-39,

Pomin, V.H. (2015). Keratan sulfate: An up-to-date review. *International Journal of Biological Macromolecules* 72: 282-289.

Programa Estratégico Pesca Sustentables (2015). Levantamiento de brechas y hoja de ruta.

Programa Estratégico Regional MásMar (2016). Resumen Ejecutivo del Programa Estratégico Regional de Coquimbo.

Pugliese, P.T, Karin Jordan, Hakan Cederberg, and Johan Brohult (2008). *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. February 2008, 4(1): 87-99.

QY Research (2018). Global Fucoidan Sales Market Report 2018.

QY Research (2018). Global Fucoxanthin Market Research Report 2018

Rasmussen, R. y Morrissey, M.T. (2007). Marine biotechnology for production of food ingredients. *Advances in Food and Nutrition Research* 52:237-292.

Research and Markets (2017). Global Agar Market- Growth, trend and forecast 2017- 2022.
<https://www.businesswire.com/news/home/20171030005566/en/Global-Agar-Market---Growth-Trend-Forecasts>

Research and Markets (2017). Global Carrageenan Market- Trends and Forecasts 2017 – 2022.
<https://www.researchandmarkets.com/reports/4386445/global-carrageenan-market-trends-and-forecasts>

Research, T. M. (2015). Global Collagen Peptide and Gelatin Market: Latter to be Worth US\$3 bn by 2020.

Roman, D. A., Molina, J., & Rivera, L. (1988). Inorganic aspects of the blood chemistry of ascidians. Ionic composition, and Ti, V, and Fe in the blood plasma of *Pyura chilensis* and *Ascidia dispar*. *The Biological Bulletin*, 175(1), 154-166.

Samarakoon, K. You-Jin Jeon (2012). Bio-functionalities of proteins derived from marine algae — A review. *Food Research International* 48: 948-960.

Shepherd, C. J. and Jackson, A. J. (2013), Global fishmeal and fish-oil supply: inputs, outputs and markets. *Journal of Fish Biology*, 83: 1046-1066

Shi, X., Huihui Ma, Changqing Tong, Min Qu, Qiao Jin, Wei Li (2015). Hepatoprotective effect of a polysaccharide from *Crassostrea gigas* on acute and chronic models of liver injury. *International Journal of Biological Macromolecules* 78:142-148

Sinha, R.P.; Shailendra P. Singh, Donat-P. Häder. (2007). Database on mycosporines and mycosporine-like amino acids (MAAs) in fungi, cyanobacteria, macroalgae, phytoplankton and animals. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 89:29-35.

Tala, F., Penna-Díaz, M.A., Luna-Jorquera, G., Rothäusler, E., and Thiel, M. (2017) Daily and seasonal changes of photobiological responses in floating bull kelp *Durvillaea antarctica* (Chamisso) Hariot (Fucales: Phaeophyceae). *Phycologia* 56: 271-283.

Thomas, N.V., Kim, S. (2011), Potential pharmacological applications of polyphenolic derivatives from marine brown algae. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 32: 325-335.

Torres-Arreola, W., R. Pacheco-Aguilar, R. R. Sotelo-Mundo, O. Rouzaud-Sandez, y J. M.Ezquerro-Brauer.(2008). Partial Characterization of Collagen from Mantle, Fin, and Arms of Jumbo Squid (*Dosidicus Gigas*). *Ciencia Y Tecnología Alimentaria* 6 (2):101-108

Torres García, J. (2013). Obtención de fosfolípidos marinos ricos en omega-3 con fines nutricionales, a partir de productos y subproductos de la industria pesquera y acuícola. Universidad de Chile, tesis de magister.

Transforma Alimentos (2016). Identificación de oportunidad y levantamiento de brechas y Diseño de hoja de ruta

Transforma Alimentos (2018). Programa Estratégico Nacional de Alimentos.
www.chiletransfiere.cl

Ubic Consulting (2017). Protein Hydrolysate Ingredients Market.
<http://ubic-consulting.com/protein-hydrolysate-ingredient-market/>

Umayaparvathi, S., Meenakshi, S., Vimalraj, V., Arumugam, M., Sivagami G., Balasubramanian, T. (2014). Antioxidant activity and anticancer effect of bioactive peptide from enzymatic hydrolysate of oyster (*Saccostrea cucullata*). *Biomedicine & Preventive Nutrition* 4: 343-353.

Vázquez, J. A., Rodríguez-Amado, I., Montemayor, M. I., Fraguas, J., González, M. D. P., & Murado, M. A. (2013). Chondroitin sulfate, hyaluronic acid and chitin/chitosan production using marine waste sources: Characteristics, applications and eco-friendly processes: A review. *Marine drugs*, 11(3), 747-774.

Velasco-Charpentier, C., Pizarro-Mora, F., & Navarro, N. P. (2016). Variación en la concentración de aminoácidos tipo micosporinas en macroalgas de las regiones de Valparaíso y Magallanes, Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(3), 703-708.

Wang, J., Jianen Hu, Jinzhe Cui, Xuefang Bai, Yuguang Du, Yuji Miyaguchi, Bingcheng Lin. (2008). Purification and identification of an ACE inhibitory peptide from oyster proteins hydrolysate and the antihypertensive effect of hydrolysate in spontaneously hypertensive rats. *Food Chemistry* 111: 302-308

Wang, B., Li, L., Chi, C-F., Ma, J-H., Hong-Yu Luo, H-Y., Xu Y. (2013). Purification and characterisation of a novel antioxidant peptide derived from blue mussel (*Mytilus edulis*) protein hydrolysate. *Food Chemistry* 138: 1713-1719.

Wang, Q., Li, W., He, Y., Ren, D., Kow, F., Song, L., Yu, X. (2014). Novel antioxidative peptides from the protein hydrolysate of oysters (*Crassostrea talienwhanensis*). *Food Chemistry* 145: 991-996.

Wang, S., Jun Zhao, Lin Chen, Yanfu Zhou, Jinhong Wu. (2014). Preparation, isolation and hypothermia protection activity of antifreeze peptides from shark skin collagen. *Food Science and Technology* 55: 210-217.

Wang Y. K., L. H. Hai, F.W. Guo, W. Hao, C.Z. Bai, L.C. Xiu and Z.Z. Yu. (2010). Oyster (*Crassostrea gigas*) Hydrolysates Produced on a Plant Scale Have Antitumor Activity and Immunostimulating Effects in BALB/c Mice. *Mar. Drugs* 8: 255-268.

Weishardt (2018).

<http://www.weishardt.com/es/index.php?colagendo-pescado&whstl=marin&whmenu=smenu6>

WHO,(2008). Comparative Quantification of Health Risks. Wijesekara, I., Ratih Pangestuti, Se-Kwon Kim (2011). Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae, *Carbohydrate Polymers* 84:14-21.

Wijesekara, I., Ratih Pangestuti, Se-Kwon Kim (2011). Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae, *Carbohydrate Polymers* 84:14-21.

Zanjani, N. T., Miranda-Saksena, M., Valtchev, P., Diefenbach, R. J., Hueston, L., Diefenbach, E., & Dehghani, F. (2016). Abalone hemocyanin blocks the entry of Herpes Simplex Virus 1 into cells: a potential new antiviral strategy. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 60(2), 1003-1012.

Zhang, X., Huang, C., & Qin, Q. (2004). Antiviral properties of hemocyanin isolated from shrimp *Penaeus monodon*. *Antiviral research*, 61(2), 93-99.

Zheng L., Peixue Ling, Zheng Wang, Rongli Niu, Chaoxin Hu, Tianmin Zhang & Xiukun L. (2007). A novel polypeptide from shark cartilage with potent anti-angiogenic activity. *Cancer Biology & Therapy*. 6: 5.

Zhou G.F., Y. Sun, H. Xin, Y. Zhang, Z. Li, Z. Xu (2004). In vivo antitumor and immunomodulation activities of different molecular weight lambda-carrageenans from *Chondrus ocellatus*. *Pharmacol. Res.* 50:47-53.

Zhou D-Y, Bei-Wei Zhu, Lu Qiao, Hai-Tao Wu, Dong-Mei Li, Jing-Feng Yang, Yoshiyuki Murat (2012a). In vitro antioxidant activity of enzymatic hydrolysates prepared from abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) viscera. *Food and Bioproducts Processing* 90:148-154.

Zhou D-Y, Yue Tang, Bei-Wei Zhu, Lei Qin, Dong-Mei Li, Jing-Feng Yang, Kang Lei, Yoshiyuki Murata (2012 b) Antioxidant activity of hydrolysates obtained from scallop (*Patinopecten yessoensis*) and abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) muscle *Food Chemistry* 132: 815-822.

Bioproductos Marinos: Oportunidades de Innovación y Negocios

Publicado por:

Área Alimentos & Acuicultura de Fundación Chile, en el marco del proyecto "Identificación de oportunidades para el desarrollo de bioproductos marinos como activo estratégico para la Región de Coquimbo", apoyado por CORFO.

Coquimbo, Noviembre 2018.

Colaboradores:

Flavio Araya

Director Área Alimentos, Fundación Chile

Claudia Razeto

Jefe de Proyecto, Fundación Chile

Paola dell'Orto

Consultora

Antonio Vélez

Consultor

Carolina Oliú

Coordinadora de Negocios y Transferencia, Aquapacífico

Guillermo Molina

Gerente, PER MásMar

María Laura Martínez

Periodista Asesora

Rodrigo Banda

Periodista Consultor

Carlos Estrada

Jefe de Proyecto, Fundación Chile

Rodrigo Durán

Consultor

Oscar Solar

Consultor

Hans Kramer

Consultor

Diseño:

www.publisiga.cl

Fotografías:

Fundación Chile

Corpesca

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico
en Algas y Otros Recursos Biológicos - CIDTA

Wikipedia.org

Shutterstock

Fundación Chile

Av. Parque Antonio Rabat Sur 6165

Vitacura. Código Postal 7660118

Santiago, Chile

Fono: (56 2) 2240 0300

www.fch.cl



Proyecto apoyado por

