



# ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE TECNOLÓGICO ASOCIADO A EQUIPOS, MÉTODOS Y/O PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DESDE MACROALGAS

*En el marco del Proyecto 16BPER-66977: Algas de la macrozona norte como recurso generador de Bioproductos con valor agregado y oportunidad comercial para el mercado local y mundial.*

Preparado para la Universidad Católica del Norte

Agosto de 2018

Elaborado por: IALE Tecnología Chile SpA.



# 1. INTRODUCCIÓN

Se presentan los resultados del estudio *Estado del Arte Tecnológico asociado a equipos, métodos y/o procesos para la obtención de extractos desde macroalgas*, desarrollado por la consultora IALE Tecnología Chile SpA, por encargo de la Universidad Católica del Norte, como parte de las actividades del Proyecto 16BPER-66977: “*Algas de la macrozona norte como recurso generador de Bioproductos con valor agregado y oportunidad comercial para el mercado local y mundial*”.

El estudio apunta a la caracterización del panorama asociado con el desarrollo de tecnologías para la obtención de extractos de macroalgas considerando 2 dimensiones: i) El panorama tecnológico actual, expresado en el patentamiento de nuevos desarrollos para el período 2013 - 2018; y ii) Las tecnologías para la obtención de extractos que actualmente se encuentran disponibles en el mercado. El estudio se enfoca en un conjunto de 11 extractos específicos, y que son de interés para el proyecto 16BPER-66977, los que corresponden a:

- Ácidos grasos esenciales
- Aminoácidos esenciales
- Fenoles, polifenoles y florotaninos
- Fucoxantina
- Fucoidano
- Micosporinas
- Pigmentos naturales
- Antioxidantes naturales
- Fitoesteroles
- Terpenos
- Ficocoloides

En el presente estudio se describen los resultados globales del panorama tecnológico asociado con equipos, métodos y/o procesos para la obtención de extractos de macroalgas, así como también la caracterización particular para cada uno de los extractos de interés, para lo cual se sigue la siguiente estructura:

- Análisis del contexto general asociado al estudio, donde se describen los métodos utilizados actualmente para la obtención de extractos de macroalgas, considerando los métodos tradicionales de extracción y también métodos alternativos que tienen un uso incipiente.
- Análisis del panorama tecnológico para el período 2013 - 2018, donde se identifican patentes asociadas con nuevos desarrollos en equipos, métodos y/o procesos para la obtención de extractos a partir de macroalgas.
- Análisis del estado de desarrollo actual de las tecnologías identificadas, donde se describe si estas cuentan con pruebas a escala de laboratorio, piloto o con disponibilidad actual en el mercado.
- Identificación de tecnologías para la obtención de extractos de macroalgas que se encuentran disponibles a nivel comercial, considerando el tipo de tecnología, la institución que la comercializa, el tipo de extracto que puede ser obtenido con su uso y el precio asociado (en caso que se encuentre disponible).

# CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. CONTEXTO GENERAL .....	3
2.1 Tecnologías para la obtención de extractos de macroalgas .....	3
2.2 Métodos de extracción por tipo de extracto .....	3
3. PANORAMA TECNOLÓGICO .....	5
3.1 Resultados Generales del Panorama Tecnológico .....	5
3.2 Tecnologías identificadas para extractos de interés .....	6
4. ESTADO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS .....	8
5. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN EL MERCADO .....	12
5.1 Equipos de extracción SOXHLET .....	12
5.2 Equipos de extracción supercríticos .....	12
5.3 Equipos de extracción asistida por ultrasonido .....	13
5.4 Equipos de extracción asistida por microondas .....	13
6. CONSIDERACIONES FINALES .....	14

CIDTA

## 2. CONTEXTO GENERAL

Las tendencias asociadas con el consumo de productos más saludables, naturales y amigables con el medio ambiente, ha traído como consecuencia un uso cada vez más frecuente de los extractos de algas para diversas aplicaciones, las que varían según el tipo de industria y según el tipo de extracto obtenido, existiendo actualmente una amplia gama de potenciales usos.

A pesar de la gran cantidad de compuestos que han sido identificados en la actualidad, sólo una pequeña proporción ha logrado posicionarse a nivel comercial, como es el caso de algunos carotenoides, ácidos grasos, esteroides, fenoles, antioxidantes e hidrocoloides. En este sentido, los métodos de extracción y la eficiencia de estos, juegan un papel clave en el posicionamiento de los extractos de macroalgas en el mercado.

### 2.1 TECNOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DE MACROALGAS

En general, el método comúnmente utilizado para la obtención de extractos de macroalgas corresponde al proceso de extracción Sólido-Líquido (Solid-Liquid Extraction), el que puede ser clasificado en: Métodos tradicionales y Métodos alternativos (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Métodos de extracción tradicionales y alterativos para la obtención de extractos

Métodos tradicionales	Métodos alternativos
Método de extracción Soxhlet	Extracción asistida por microondas (MAE)
Extracción por Hidrodestilación	Extracción asistida por ultrasonido (UAE)
Extracción por Maceración	Extracción de fluido supercrítico (SFE)
Extracción por Decocción	Extracción con solvente presurizado (PSE)
Extracción por Infusión	Extracción asistida por campo eléctrico pulsado (PEF)
Extracción por Prensado	Extracción asistida por enzimas

Fuente: IALE Tecnología Chile, 2018\*.

\* Ver referencias en Informe Final.

### 2.2 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN POR TIPO DE EXTRACTO

Los métodos de extracción varían dependiendo del tipo de extracto que se quiera obtener. La **Tabla 2** contiene un resumen de los métodos que pueden ser utilizados para los extractos que son de interés para el proyecto 16BPER-66977.

**Tabla 2.** Métodos de extracción por tipo de extracto

Extracto	Método comúnmente utilizado	Otros métodos
ÁCIDOS GRASOS	Mediante extracción mecánica: molinos de bolas y prensa expulsor dentro de los métodos convencionales.	Extracción por pirolisis asistida por microondas, asistidas por ultrasonidos, campo eléctrico pulsado y licuefacción hidrotérmica, entre otros.
AMINOÁCIDOS	Hidrólisis enzimática, tratamiento ácido-alcalino y alcalino-acuoso.	Extracción asistida por ultrasonido, campo eléctrico pulsado, extracción asistida por microondas, extracción de fluido supercrítico y extracción de líquido presurizado.
FENOLES POLIFENOLES FLOROTANINOS	Uso de disolventes orgánicos puros o mezclados con agua. Utilización de solventes como: etanol, acetona, cloroformo, acetato de etilo y n-hexano.	Hidrólisis sub-crítica, extracción de fluido supercrítico, extracción por solvente etanol-agua, extracción asistida por enzimas a alta presión, extracción con líquidos presurizados.
FUCOXANTINA	Extracción con solvente líquido utilizando tolueno, hexano, éter de petróleo, acetona, etanol, acetato de etilo y metanol.	Extracción de fluido supercrítico, líquido presurizado con etanol, extracción asistida por enzimas.

(continua en página 4)

Fuente: IALE Tecnología Chile, 2018\*.

\* Ver referencias en Informe Final.

## 2. CONTEXTO GENERAL

**Tabla 2.** Métodos de extracción por tipo de extracto (continuación)

Extracto	Método comúnmente utilizado	Otros métodos
<i>FUCOIDANO</i>	Extracciones acuosas de varias etapas, generalmente con ácido clorhídrico a alta temperatura.	Extracción mediante el uso de quitosano, etanol, metanol/cloroformo/agua. Extracción asistida por microondas.
<i>MICOSPORINAS</i>	Métodos de extracción por solvente, con solventes orgánicos tales como metanol acuoso a puro, o agua destilada.	Procedimiento de extracción sólido-líquido, seguido de cromatografía líquida de fase reversa / espectrometría de masas.
<i>PIGMENTOS</i>	Maceración y extracción térmica con disolventes orgánicos o acuosos como n-hexano, diclorometano, dimetiléter, dietiléter, acetona, octano, entre otros.	Extracción asistida por microondas, por ultrasonido, extracción de fluido supercrítico y extracción de líquido presurizado.
<i>ANTIOXIDANTES</i>	Diversos tipos de solventes como agua, etanol, metanol, propanol y acetona para antioxidantes hidrosolubles, y hexano, acetato de etilo, benceno, metanol, etanol y acetona para antioxidantes liposolubles.	Extracción asistida por ultrasonido pulsado, por enzimas, extracción por solvente presurizado, extracción de fluido supercrítico y extracción asistida por ultrasonido.
<i>FITOESTEROLES</i>	Extracción por solvente utilizando agua destilada, metanol, n-hexano.	Extracción asistida por microondas.
<i>TERPENOS</i>	Extracción por solventes, utilizando metanol, hexano y diclorometano.	Extracción de fluidos supercríticos, extracción asistida por microondas y mediante hidrólisis enzimática y química.
<i>FICOCOLOIDES</i>	Típicamente, el agua caliente es el solvente más popular para la extracción de hidrocoloideos de algas marinas simples debido a sus propiedades solubles en agua, a excepción de las extracciones de alginato / ácido algínico; que requeriría álcali caliente como principales solventes.	Extracción asistida por microondas, asistida por ultrasonidos, asistida por enzimas, fluido supercrítico, solventes presurizados, extrusión reactiva y proceso de foto descomposición.

*Fuente: IALE Tecnología Chile, 2018\*.*

*\* Ver referencias en Informe Final.*

CIDTA

### 3. PANORAMA TECNOLÓGICO

La búsqueda de desarrollos tecnológicos en el área de interés, se realiza mediante un conjunto de términos clave, para un período de tiempo determinado y centrada en una serie de fuentes de información (bases de datos de patentes) que abarcan todo el mundo. La **Tabla 3** describe estos criterios utilizados.

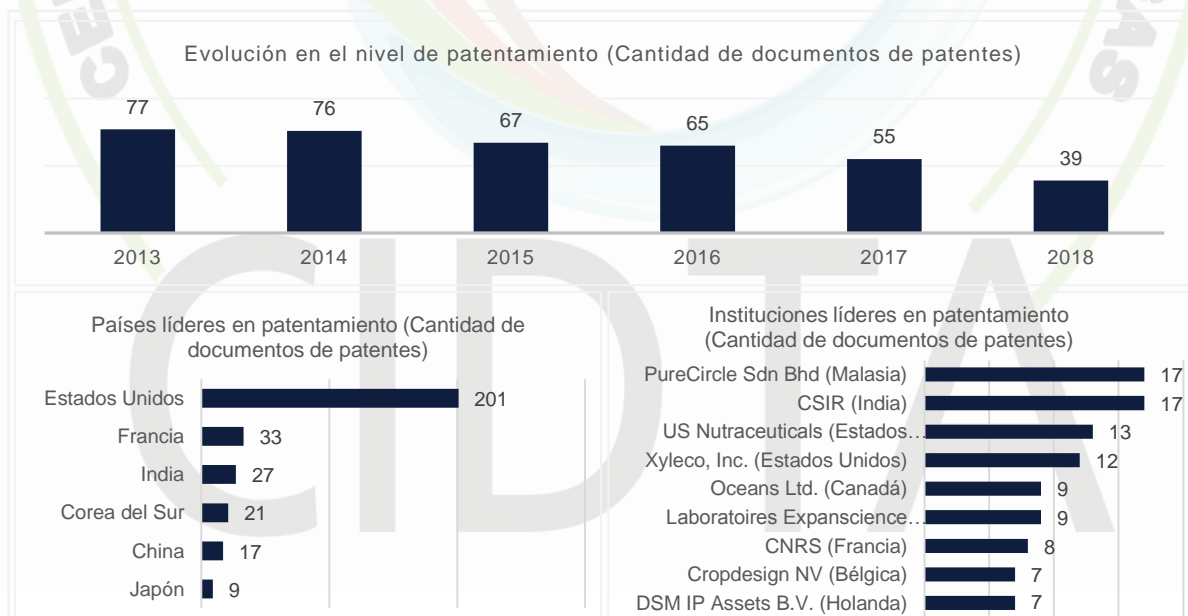
**Tabla 3.** Criterios de búsqueda en bases de datos de patentes

Descriptores técnicos	extract; extraction; equipment; method; purification; seaweed; macroalgae; brown seaweed; kelps; red seaweed; green seaweed; powder; liquid; heavy metals; essential fatty acids; EFA; polyunsaturated fatty acids; PUFA; high insaturated fatty acids; HUFA; essential amino acids; AAES; phenols; polyphenols; phlorotannin; fucoxanthin; fucoidano; mycosporine; pigments; antioxidants; phytosterols; terpenes; carrageenan; agar; alginate; drying; concentration; filtration; biofermentation.
Período	2013 - 2018.
Fuentes de información	<p><u>USPTO</u> (United States Patent and Trademark Office): La Base de datos de Patentes de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos.</p> <p><u>Esp@cenet</u> (European Patent Office): Es la colección de bases de datos de patentes nacionales e internacionales hospedada y gestionada en la Oficina Europea de Patentes (EPO).</p> <p><u>WIPO</u> (World Intellectual Property Organization): La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual es el organismo de las Naciones Unidas dedicado al uso de la propiedad intelectual como medio de estimular la innovación y la creatividad.</p> <p><u>INAPI</u> (Instituto Nacional de la Propiedad Industrial): Organismo encargado de la administración y atención de los servicios asociados con la P. Industrial en Chile.</p>

Fuente: IALE Tecnología Chile, 2018.

#### 3.1 RESULTADOS GENERALES DEL PANORAMA TECNOLÓGICO

La **Figura 1** muestra los indicadores globales asociados con el desarrollo de equipos, métodos y/o procesos para la obtención de extractos de macroalgas, considerando la evolución en el nivel de patentamiento, para el período 2013 - 2018, y los países e instituciones líderes.



**Figura 1.** Resultados generales del panorama tecnológico

Fuente: IALE Tecnología Chile a partir de fuentes de información de patentes , 2018.

### 3. PANORAMA TECNOLÓGICO

#### 3.2 TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS PARA EXTRACTOS DE INTERÉS

Dentro de los resultados obtenidos, se destacan algunas patentes que describen métodos y/o procesos para la obtención de extractos específicos. La **Tabla 4** muestra un resumen de estos métodos identificados para los extractos que son de interés para el proyecto 16BPER-66977.

**Tabla 4.** Patentes internacionales que describen tecnologías para la obtención de extractos de interés

Tipo de extracto	N° patente / Año	Título original	Solicitante (País)
ÁCIDOS GRASOS	US9994791B1 2018	Method for extracting lipids from algae.	University of Alabama (Estados Unidos)
	WO2018071372A1 2018	Extraction of essential oils.	Sustainable Aquatics, Inc. (Estados Unidos)
AMINOÁCIDOS	CN107586187A 2018	Fertilizer powder for cultivating red and black sweet potatoes.	Nantong Snakebite Therapy Institute (China)
	CN106748157A 2017	Production method of seaweed liquid fertilizer special for pseudostellaria heterophylla.	Guizhou University (China)
FENOLES/ POLIFENOLES/ FLOROTANINOS	CN107550944A 2018	Extraction method of sargassum fusiforme phlorotannins.	Pujiang Hehong Gardening Research and Development Co Ltd. (China)
FUCOXANTINA	EP3116518A1 2017	Extract comprising fucoxanthin, fucoxanthinol and fatty acids, process for its production and applications thereof.	Greenaltech S.L. (España)
	CN107188870A 2017	Method for extracting fucoxanthin from brown seaweeds.	University Xiamen Technology (China)
FUCOIDANO	CN107722129A 2018	Method for extracting fucoidan from kelp by using ultrasonic waves.	Zhao Fangming; Zhou Changshen (China)
	CN106832041A 2017	Method for extracting fucoidan through biological enzymolysis process.	Anhui Tian'an Biotechnology Co. (China)
MICOSPORINAS	JP2017203019A 2017	Extraction of mycosporin-like amino acid composed of amino acid derivative and separation and purification.	DRS Choice Co Ltd. (Japón)
	WO2015174427A1 2015	Method for producing mycosporine-like amino acid using microbes.	The Kitasato Institute; Nagase & Co., Ltd. (Japón)
PIGMENTOS	WO2017199830A1 2017	Method for obtaining purified product of carotenoids.	DIC Corporation (Japón)
ANTIOXIDANTES	US20160074317A1 2016	Antioxidant extract from brown macroalgae and method for obtaining.	Universidad de Santiago de Compostela (España)
FITOESTEROLES	US9738851B2 2017	Solventless extraction process.	DSM IP Assets B.V. (Holanda)
TERPENOS	CN102659521B 2015	Alga bromo sesquiterpene compound, preparation thereof and application.	Yantai Institute of Coastal Zone Research (China)
FICOCOLOIDES Carragenina	CN107188983A 2017	Automatic extracting method of carrageenan.	Green One Ltd. (China)
FICOCOLOIDES Agar	CN107746439A 2018	Method for extracting agar from nori and asparagus.	Qingdao Gather Great Ocean Algae Co. (China)
FICOCOLOIDES Alginato	CN106832030A 2017	Method for extracting active polysaccharides from seaweeds.	Shengzhou Paitepu Technical Dev. Co. (China)

Fuente: IALE Tecnología Chile a partir de fuentes de información de patentes, 2018.\*

\* Ver en el Informe Final, el listado completo de patentes identificadas para cada extracto de interés.

### 3. PANORAMA TECNOLÓGICO

En el caso de Chile, el nivel de patentamiento es significativamente menor. Sin embargo, es posible identificar un conjunto de patentes que describen métodos y procesos para la obtención de algunos extractos como Ficocoloides, Aminoácidos y Micosporinas (**Tabla 5**).

**Tabla 5.** Patentes nacionales que describen tecnologías para la obtención de extractos de interés

Tipo de extracto	Número de patente / Año	Título de la patente	Solicitante (País)
FICOCOLOIDES Agar	CL201702886 2018	Proceso optimizado para la producción de agar obtenido desde <i>Gracilaria chilensis</i> .	Ninon Rojas Borquez; Juanita Freer Calderón (Chile)
ANTIOXIDANTES	CL201603332 2017	Método de extracción y purificación de antioxidante de uso natural, sin utilización de disolventes orgánicos tóxicos.	Universidad de Chile (Chile)
AMINOÁCIDOS	CL201700666 2017	Procedimiento de preparación de un polvo de macroalgas pardas mediante mezcla y procedimiento de fabricación de objetos rígidos a partir de dicho polvo.	Algopack (Francia)
FICOCOLOIDES Alginatos	CL201603232 2017	Formulación biofiltrante, biofiltro y proceso de elaboración de un biofiltro para el tratamiento de aguas con alto contenido de metales que comprende una mezcla de biomasa macroalgal inmovilizada en una matriz polimérica de alginato	Universidad de Concepción (Chile)
FICOCOLOIDES Alginatos	CL201601133 2016	Proceso para obtener alginatos o derivados de alginatos a partir de alga marina que comprende la remoción de la superficie externa del estipe, la división del estipe en porciones y la extracción de alginatos o sus derivados	Marine Biopolymers Ltd (Reino Unido)
	CL201503429 2016	Procedimiento de preparación de una oleoresina desde algas rojas, que comprende extracción a baja temperatura, procesamiento, liofilización, pulverización y eliminación de solventes.	Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile)
MICOSPORINAS	CL201302462 2014	Método para extraer y purificar selectivamente micosporinas desde macroalgas rojas, que comprende la cosecha del alga y protección de la deshidratación, con una pérdida de líquido intersrrial no superior al 40%, trozado del alga, extracción con solvente, purificación por solubilización selectiva y separación de la micosporina del solvente.	Bioingemar Ltda (Chile)

Fuente: IALE Tecnología Chile a partir de información de INAPI, 2018.

Se destaca el desarrollo propuesto por la Universidad de Chile (patente CL201603332), para la extracción y purificación de antioxidantes desde *Macrocystis pyrifera*, proyecto que actualmente se encuentra en etapa de transferencia (búsqueda de socios comerciales), mientras que el desarrollo de un biofiltro a partir de extractos de macroalgas, propuesto por la Universidad de Concepción (patente CL201603232), ya cuenta con un producto a escala comercial denominado ALFIL®).



## 4. ESTADO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS

Se analizó el estado de desarrollo de las tecnologías identificadas en bases de datos de patentes a nivel internacional y nacional, para los 11 extractos de interés para el proyecto 16BPER-66977. Para esto, se calificó su estado de desarrollo en: S/I (Sin información sobre la tecnología); LAB. (Tecnología con pruebas en laboratorio); PIL. (Tecnología con pruebas a nivel piloto); COM. (Tecnología implementada a nivel comercial).

En los cuadros siguientes se muestra el detalle para cada uno de los extractos de interés.

### Ácidos grasos

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">US9994791B1</a> 2018. Method for extracting lipids from algae.	x			
<a href="#">WO2018071372A1</a> 2018. Extraction of essential oils.		x		
<a href="#">US9328310B1</a> 2016. Subcritical water extraction of lipids from wet algal biomass.		x		
<a href="#">US9408404B2</a> 2016. Method for producing lipids by liberation from biomass.	x			
<a href="#">US9023625B2</a> 2015. Methods for production of algae derived oils.			x	
<a href="#">US20140045217A1</a> 2014. Novel Algae Extraction Methods.				x
<a href="#">US8535397B2</a> 2013. Process for the extraction of fatty acids from algal biomass.			x	
<a href="#">US20130274490A1</a> 2013. Extraction of Lipids From Algae.		x		

### Aminoácidos

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">CN107586187A</a> 2018. Fertilizer powder for cultivating red and black sweet potatoes.		x		
<a href="#">WO2017222360A1</a> 2017. Fertiliser composition comprising soy hydrolysates.			x	
<a href="#">CN106748157A</a> 2017. Production method of seaweed liquid fertilizer special for pseudostellaria heterophylla.		x		
<a href="#">US9296985B2</a> 2016. Algae biomass fractionation.		x		
<a href="#">CN105601397A</a> 2016. Production method for co-production of amino acid-containing water-soluble fertilizer.	x			
<a href="#">US20160243505A1</a> 2016. Seaweed Polysaccharide Based Superhydrophilic Foam Membrane.		x		
<a href="#">US8658772B2</a> 2014. Selective extraction of proteins from freshwater algae.		x		

### Fenoles/Polifenoles/Florotaninos

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">CN107550944A</a> 2018. Extraction method of sargassum fusiforme phlorotannins.	x			
<a href="#">CN104824037A</a> 2015. Method for preparing plant growth regulator containing products by using low-value seaweeds.		x		
<a href="#">CN103610704A</a> 2014. Method for extracting brown algae polyphenols.	x			
<a href="#">US8735638B2</a> 2014. Transformation of biomass.			x	

### Pigmentos

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">US10000579B2</a> 2018. Integrated process to recover a spectrum of bioproducts from fresh seaweeds.		x		
<a href="#">WO2017199830A1</a> 2017. Method for obtaining purified product of carotenoids.		x		
<a href="#">WO2016104487A1</a> 2016. Method for mass production of carotenoids.	x			
<a href="#">US8357510B2</a> 2013. Process for obtaining lutein from algae.	x			

## 4. ESTADO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS

### Fucoxantina

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">EP3116518A1</a> 2017. Extract from microalgae comprising fucoxanthin, fucoxanthinol and fatty acids, process for its production.		x		
<a href="#">CN107188870A</a> 2017. Method for extracting fucoxanthin from brown seaweeds.	x			
<a href="#">WO2015101410A1</a> 2015. Method for the extraction of fucoxanthin.	x			
<a href="#">US20150044737A1</a> 2015. Production of docosahexaenoic acid and/or eicosapentaenoic acid.		x		
<a href="#">US8871217B2</a> 2014. Method for producing fucoxanthin.	x			
<a href="#">US20140087448A1</a> 2014. Process for obtaining a brown algae lyophilisate.		x		
<a href="#">WO2014208832A1</a> 2014. Method for treating mixed seaweed waste using bacillus.		x		
<a href="#">WO2014112573A1</a> 2014. Fucoxanthin-containing composition and method for producing same.	x			

### Micosporinas

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">JP2017203019A</a> 2017. Extraction of mycosporin-like amino acid composed of amino acid derivative and separation and purification with chemically modified surface.		x		
<a href="#">US20150105536A1</a> 2015. Obtaining products from feedstocks containing toxic algae.		x		
<a href="#">CN104887615A</a> 2015. Method for preparing crude products of mycosporine-like amino acids in nostoc commune cells.	x			
<a href="#">WO2015174427A1</a> 2015. Method for producing mycosporine-like amino acid using microbes.		x		
<a href="#">CN102740869B</a> 2014. Method for preparing UV screening nontoxic extract from red algae, and nontoxic sunscreen using same.	x			

### Fucoidano

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">CN107722129A</a> 2018. Method for extracting fucoidan from kelp by using ultrasonic waves.	x			
<a href="#">CN106832041A</a> 2017. Method for extracting fucoidan through biological enzymolysis process.		x		
<a href="#">US9447199B2</a> 2016. Method for extracting brown algae polysaccharide via microwave chemical process.		x		
<a href="#">WO2014025148A1</a> 2014. Cistanche tubulosa and fucoidan extract having effects of preventing hair loss and promoting hair growth, and method for producing same.	x			
<a href="#">EP2643356A1</a> 2013. Process for isolating fucoidan and laminarin from live, harvested seaweed.		x		
<a href="#">JP5140304B2</a> 2013. The simultaneous manufacturing method of a fucoxanthin and fucoidano.		x		
<a href="#">JP2013203737A</a> 2013. Extraction method of fucoidan.	x			

### Fitoesteroles

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">US9738851B2</a> 2017 Solventless extraction process.		x		
<a href="#">CN106035752A</a> 2016 Polyunsaturated oil powder rich in phytosterol and preparation method thereof.	x			
<a href="#">CN103417597B</a> 2015 Rape pollen total phytosterol effective part as well as preparation method.	x			

## 4. ESTADO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS

### Antioxidantes

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">EP3127535A1</a> 2017. Marine extracts and biofermentations for use in cosmetics.		x		
<a href="#">US20160128357A1</a> 2016. Compositions comprising fermented seaweed and/or algae.		x		
<a href="#">US20160074317A1</a> 2016. Antioxidant extract from brown macroalgae and method for obtaining same.			x	
<a href="#">US20150140141A1</a> 2015. Methods for botanical and/or algae extraction.		x		
<a href="#">CN105011150A</a> 2015. Preparation technology of seaweed healthcare oral liquid.	x			
<a href="#">CN104001180A</a> 2014. Preparation method of alga natural antioxidant.	x			
<a href="#">US8591912B1</a> 2013. Algae extraction process.	x			

### Terpenos

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">CN102659521B</a> 2015 Alga bromo sesquiterpene compound, preparation thereof and application thereof.		x		
<a href="#">CN103613490B</a> 2015 Drop diterpenoid type compound as well as preparation method and application thereof.		x		
<a href="#">EP2449116A4</a> 2013 Extraction of extracellular terpenoids.		x		

### Ficocoloides

N° Patente/ Año de pub./ Título original	Estado de desarrollo			
	S/I	LAB.	PIL.	COM.
<a href="#">CN107188983A</a> 2017. Automatic extracting method of carrageenan.		x		
<a href="#">CN107188982A</a> 2017. High-dispersity carrageenan rapid extraction method.		x		
<a href="#">WO2017211986A1</a> 2017. Method for producing a hydrocolloid with improved water-binding ability.		x		
<a href="#">US9452993B2</a> 2016. Process for improved seaweed biomass conversion for fuel intermediates, agricultural nutrients and fresh water.		x		
<a href="#">CN107746439A</a> 2018. Method for extracting agar from nori and asparagus.		x		
<a href="#">CN102627703B</a> 2015. Processing technology for extracting agar from laver.		x		
<a href="#">WO2013157688A1</a> 2013. Glycosylation method of algae or agricultural by-products comprising high-pressure extrusion pulverization step.	x			
<a href="#">CN106832030A</a> 2017. Method for extracting active polysaccharides from seaweeds.	x			
<a href="#">WO2015128963A1</a> 2015. Method for extracting and purifying polysaccharide from organism containing polysaccharides.	x			
<a href="#">EP2754710A1</a> 2014. Method for cultivating seaweed and method for producing alginic acid-containing composition.		x		
<a href="#">EP3068804A1</a> 2016. Method of processing seaweed and related products.		x		
<a href="#">WO2015041264A1</a> 2015. Alginic-acid-utilizing microorganism and method for producing target substance.		x		

## 4. ESTADO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS

### Resumen del estado de desarrollo de las tecnologías identificadas

Del total de tecnologías identificadas, el 54% cuenta con actividades a escala de laboratorio, mientras que solo el 7% cuenta con actividades a escala piloto. Por otra parte, se identificó sólo 1 caso que cuenta con una aplicación comercial (Empresa Direvo Industrial Biotechnology GmbH de Alemania). Sin embargo, este desarrollo aún no cuenta con aplicación comercial específica para su uso con macroalgas.

En **Tabla 6**, se resume el estado de desarrollo de las tecnologías identificadas para los 11 extractos de interés para el proyecto 16BPER-66977.

**Tabla 6.** Patentes nacionales que describen tecnologías para la obtención de extractos de interés.

Extracto	Tecnologías identificadas	Cantidad de tecnologías identificadas según estado de desarrollo			
		S/I	Laboratorio	Piloto	Comercial
Ácidos grasos	8	2	3	2	1
Aminoácidos	7	1	5	1	-
Fenoles/Polifenoles/Florotaninos	4	2	1	1	-
Fucoxantina	10	6	4	-	-
Fucoidano	7	3	4	-	-
Micosporinas	5	2	3	-	-
Pigmentos	4	2	2	-	-
Antioxidantes	7	3	3	1	-
Fitoesteroles	3	2	1	-	-
Terpenos	3	-	3	-	-
Ficocoloides	12	3	9	-	-
Total	70	26	38	5	1

Fuente: IALE Tecnología Chile, 2018.

La no existencia de soluciones tecnológicas a nivel comercial se explica principalmente por el tipo de innovación que se ha protegido en los últimos años, las que se asocian principalmente con métodos y/o procesos. Estos, a diferencia de los equipos, no se comercializan como producto.

Por otra parte, las tecnologías que han sido protegidas recientemente, son utilizadas dentro de los procesos de producción internos de las empresas que desarrollan estas tecnologías. Prueba de esto es que un número importante de instituciones que han solicitado patentes que protegen métodos y/o procesos, corresponden a empresas que actualmente producen y comercializan extractos, tales como la fucoxantina, fucoidano, ficocoloides, entre otros.

## 5. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN EL MERCADO

Las tecnologías que han sido identificadas en el panorama tecnológico, protegen nuevos desarrollos enfocados principalmente en procesos y métodos de extracción, no así en equipos particulares para la obtención de los extractos.

En este apartado se analizan soluciones de tipo comercial asociadas a equipos, lo que permite contar con una caracterización sobre el tipo de soluciones (productos comerciales) que pueden ser adquiridas en el mercado para la obtención de extractos de macroalgas. Esto permite complementar el escenario global asociado con el desarrollo de nuevas tecnologías.

### 5.1 EQUIPOS DE EXTRACCIÓN SOXHLET

Actualmente existe una amplia oferta de equipos de extracción Soxhlet, sin embargo, este tipo de equipos puede ser utilizado para diversos procesos de extracción, y no de forma específica para la obtención de extractos desde macroalgas.

Algunos productos disponibles en el mercado:

#### **Empresa Zewang Co. Ltd.**

- País: China.
- Nombre: Extractor Soxhlet ZW-TNG-50.
- Descripción: Volumen efectivo de 10 a 200 litros.
- Precio: US\$9.900.



#### **Empresa FIGMAY**

- País: Argentina.
- Nombre: Extractor Soxhlet.
- Descripción: especialmente diseñados para la I+D y producción en plantas pilotos e industrias. Sistema escalable, con capacidad de 1 a 120 litros.
- Precio: A partir de US\$1.300 (dependiendo de la capacidad).



### 5.2 EQUIPOS DE EXTRACCIÓN SUPERCRÍTICOS

Existe una amplia oferta para diversos tipos de aplicaciones y escala de operación, desde equipos pequeños para trabajos de investigación en laboratorio, hasta equipos industriales para procesos de extracción enfocados a la comercialización.

Algunos productos disponibles en el mercado

#### **Empresa Careddi Co., Ltd.**

- País: China.
- Nombre: Extractor Super-crítico CO<sub>2</sub>.
- Descripción: Capacidad de tanque de extracción en el rango de 1 litro hasta 5 litros.
- Precio: Entre US\$17.500 y US\$50.000 (dependiendo de la capacidad).



#### **Empresa VITALIS**

- País: Canadá.
- Nombre: R-Series Extraction System.
- Descripción: Posee una capacidad de 200L y un caudal de 15 kg/min, además de la capacidad de gestionar y controlar la extracción subcrítica y supercrítica.
- Precio: s/í.



## 5. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN EL MERCADO

### 5.3 EQUIPOS DE EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO

Actualmente existe una cantidad importante de empresas que comercializa equipos de extracción asistida por ultrasonido. Se han identificado empresas de China, India, Malasia y Alemania, que ofrecen soluciones para la obtención de diversos tipos de extractos y que además son escalables, pudiendo atender necesidades de producción a nivel de investigación, así como también para escala de producción industrial

Algunos productos disponibles en el mercado:

#### **Empresa Hielscher Ultrasonics GmbH.**

- País: Alemania.
- Nombre: UIP16000.
- Descripción: es el equipo de ultrasonidos más potente del mundo. Está diseñado para trabajar en grupos de tres o más unidades, para el procesamiento de gran volumen. Permite extracción desde algas en un rango de 1 a 12 m<sup>3</sup>/h.



#### **Empresa Shanghai Better Industry Co., Ltd**

- País: China.
- Nombre: Ultrasonic Solvent Extraction.
- Descripción: Varios modelos con capacidades de hasta 100 litros.
- Precio: Entre US\$15.000 y US\$100.000 dependiendo de la capacidad.



### 5.4 EQUIPOS DE EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS

La oferta de equipos de extracción asistida por microondas es escasa, en relación a la disponibilidad de equipos de extracción supercrítica, Soxhlet y asistida por ultrasonido. Sin embargo, se identificaron algunas empresas que actualmente comercializan soluciones de pequeña escala (principalmente para investigación). Para producción a escala industrial, sólo se ha identificado una empresa en Francia que desarrolla soluciones a escalables a medida, y una empresa en China que actualmente comercializa sistemas industriales pequeños.

Algunos productos disponibles en el mercado

#### **Empresa SAIREM**

- País: Francia.
- Nombre: Microwave-assisted continuous flow reactors.
- Descripción: Permite la extracción en rangos que alcanzan los 200 kg/hr. La solución es escalable y personalizable dependiendo de las necesidades de producción. Permite producir diversos tipos de extractos.



#### **Empresa MAX Industrial Microwave**

- País: China.
- Nombre: Microwave Extraction Device.
- Descripción: Sistema que permite extraer diversos tipos de extractos como aminoácidos, vitaminas y nutrientes.
- Precio: s/i.



## **6. CONSIDERACIONES FINALES**

A partir de los resultados obtenidos en el análisis del panorama asociado con tecnologías para la obtención de extractos de macroalgas, se puede concluir lo siguiente:

- El desarrollo de nuevas tecnologías es liderado por instituciones de Estados Unidos, Francia, India, Corea del Sur y China. Se destaca además que muchas de estas instituciones corresponden a empresas privadas.
- En términos del tipo de tecnología que se está desarrollando actualmente, se identificaron principalmente métodos y procesos de extracción, mientras que en el caso de equipos para la extracción, no se identificaron casos particulares para alguno de los 11 tipos de extractos que son de interés para el proyecto 16BPER-66977.
- En relación con los tipos de extractos, el mayor volumen de nuevos desarrollos tecnológicos asociados a su obtención, se concentran en compuestos del tipo ácidos grasos, aminoácidos, fucoxantina, fucoidano y ficocoloides. Sin embargo, también fue posible identificar tecnologías de extracción asociadas a compuestos menos extendidos a nivel comercial, como es el caso de micosporinas, fenoles, pigmentos, antioxidantes, terpenos y fitoesteroles.
- Se destaca el hecho que no existen tecnologías que actualmente se encuentren disponibles como producto comercial. La no disponibilidad comercial de tecnologías para la obtención de extractos se debe principalmente a que los nuevos desarrollos apuntan a métodos y/o procesos de extracción, y no a equipos particulares.
- Estos métodos de extracción son utilizados por las empresas en sus procesos de producción internos, lo cual explica que gran parte de las instituciones que han protegido métodos de extracción recientemente, correspondan a empresas que producen y comercializan extractos y no a empresas que comercializan tecnologías de extracción.
- En Chile en tanto, el desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de extractos es significativamente menor en relación al resto del mundo.
- Considerando que no se identificaron tecnologías patentadas que estén asociadas con equipos para la obtención de extractos, se identificaron sistemas disponibles actualmente en el mercado. En particular, para 5 tipos de equipos que son utilizados actualmente para procesos de extracción: Extracción Soxhlet, Supercrítica, Asistida por ultrasonido, Asistida por microondas, y por Solventes de alta presión.
- Se identificaron tecnologías provenientes de diversos países, destacándose a China, Estados Unidos, Francia e India, entre otros.
- Sólo una pequeña proporción de los equipos disponibles en el mundo son distribuidos en Chile, generalmente a través de un intermediario o representante. En el resto de los casos, la comercialización se realiza de forma directa con la oficina central o algún distribuidor ubicado en un país cercano.