

PROYECTO CHILE
2050

Chile tiene futuro desde sus territorios:

LA OPORTUNIDAD DE LAS ALGAS: MOTOR PARA UN LIDERAZGO SOSTENIBLE

Primera versión



Fundación
ENCUENTROS
DEL FUTURO



CONGRESO
FUTURO



G9
GRUPO 9
Instituto de investigación
y desarrollo de la energía



TAR
Tecnología
y desarrollo
de la energía



FCh
FUNDACIÓN CHILE



CUP
CÁtedra de
Universidad de
Valparaíso



CUECH
Universidades de
Valparaíso de Chile



SOFOFA



Biblioteca del Congreso
Nacional de Chile / BNC



PROYECTA**CHILE**

2050

Policy Paper

Mesa Algas y el futuro del mar

● PROYECTA**CHILE** 2050 ●

Chile tiene futuro desde sus territorios:

LA OPORTUNIDAD DE LAS ALGAS: MOTOR PARA UN LIDERAZGO SOSTENIBLE

Primera versión



Biblioteca del Congreso
Nacional de Chile / BCN

PROYECTA CHILE 2050

Chile tiene futuro desde sus territorios : la oportunidad de las algas : motor para un liderazgo sostenible / edición y publicación: Fundación Encuentros del Futuro (FEF), Comisión de Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Santiago de Chile : Ediciones Biblioteca del Congreso Nacional de Chile : Fundación Encuentros del Futuro (FEF), 2025.

215 páginas : ilustraciones ; 14x21 cm.

Algas – Chile

Algas – Chile – Investigaciones

Algas – Chile – Aspectos ambientales

Algas marinas – Chile – Investigaciones

Algas como alimento

Chile. Congreso Nacional. Senado. Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación

Senadores de la Comisión (2024)

Presidente – Sr. Juan Antonio Coloma Correa
Senador – Sr. Francisco Chahuán Chahuán
Senadora – Sra. Ximena Rincón González
Senador – Sr. Luciano Cruz-Coke Carvallo
Senador – Sr. Alfonso de Urresti Longton

Senadores de la Comisión (2025)

Presidenta – Sra. Ximena Órdenes Neira
Senador – Sr. Francisco Chahuán Chahuán
Senador – Sr. Juan Antonio Coloma Correa
Senador – Sr. Alfonso de Urresti Longton
Senadora – Sra. Ximena Rincón González

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Ignacio Rodríguez Álvarez – Director
David Vásquez Vargas – Jefe Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones

Fundación Encuentros del Futuro (FEF)

Guido Girardi Lavín – Vicepresidente ejecutivo
Marcela Oyarzún Atala – Directora ejecutiva
Verónica Díaz Almeida – Coordinadora general
Proyector Chile 2050 y directora Hub de Políticas Públicas y Escenarios Futuros

Hub de Políticas Públicas y Escenarios

Futuros FEF

María Olivia Browne Mönckeberg – Editora general Hub de Políticas Públicas
Matilda Canales Soza – Coordinadora Hub y encargada de articulación, gestión y operación Mesa Algas y el futuro del mar
Claudia Silva Montenegro – Coordinadora
Constanza Rodríguez Barría – Coordinadora

Equipo editor

Alejandra González Vásquez, Andrés Mansilla Muñoz, Cristian Bulboa Contador
Fadia Tala González, José Luis Aldunce Meyer, Marcela Ávila Lagos, María Isabel Guerra Hevia, Pamela Fernández Subiabre y Sebastián Tobar Bächler.

Coordinación técnica editorial BCN

Leonardo Arancibia Jeraldo

Diseño

Sebastián Pablo Neira
Paula Pardo Quiñones



Corrección de estilo
Roberto Gómez Canales

Impreso en Chile por A Impresores

Imágenes

AlgaLab: Laboratorio de Estudios Algaes,
Universidad de Concepción - Erasmo Macaya
Horta

I.S.B.N. 978-956-7629-82-4

Registro de Propiedad Intelectual

En trámite

Este documento busca ser el reflejo de la primera versión del trabajo colaborativo realizado por la Mesa Algas y el futuro del mar, en el marco de Proyecta Chile 2050, impulsado por el Hub de Políticas Públicas de Fundación Encuentros del Futuro (FEF), que contó con la participación de más de un centenar de personas comprometidas, desde diversos ámbitos y sobre todo desde los territorios costeros, considerando el desarrollo sostenible y potencial innovador que representa esta oportunidad para el país.

Por esta condición, su formato como policy paper responde a su propia estructura, con dinámica de participación apoyada en metodologías más cualitativas y que lo convierten en un documento vivo. Repartidos en tres submesas, los expertos y expertas actuaron en forma independiente sobre los consensos de sus ámbitos respectivos, pero bajo los parámetros de una coordinación general.

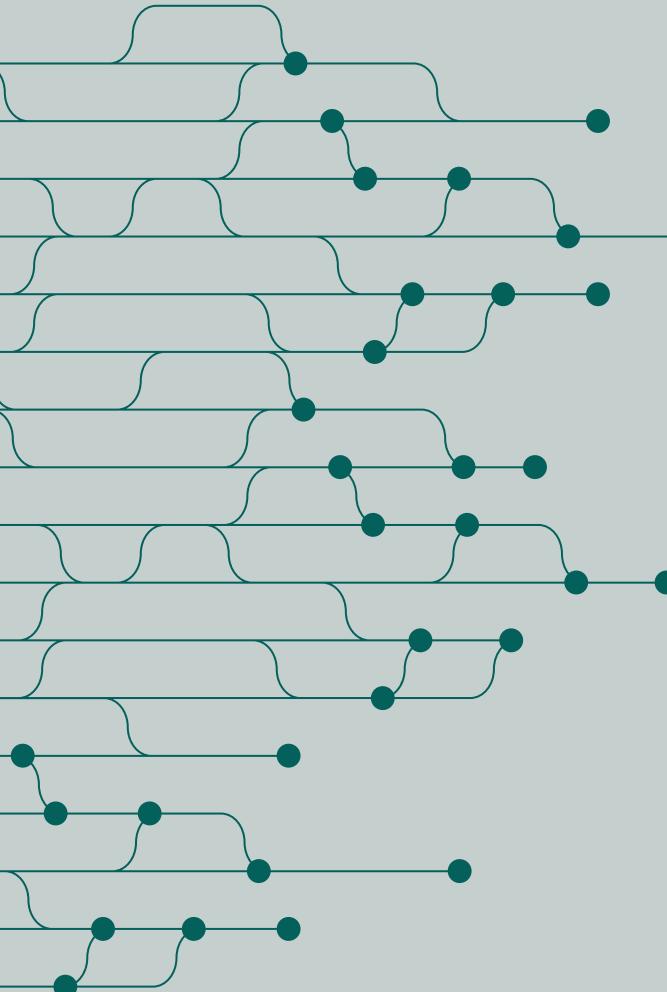
Para lograr aunar las propuestas y contenidos presentados por los participantes, se apoyó el trabajo con el uso de IA¹, además de la edición constante por parte del equipo del Hub de Políticas Públicas de FEF, en directa colaboración con los coordinadores y coordinadoras de la Mesa Algas y el futuro del mar.

El propósito de este trabajo es ser un aporte claro en la reflexión e incidencia frente a los múltiples desafíos detectados en materia de políticas públicas, como parte de un proceso dinámico, que se irá actualizando y profundizando gracias al generoso y entusiasta aporte de participantes desde los ámbitos académicos, públicos, privados y de la sociedad civil.

Nota sobre el lenguaje inclusivo: en este documento se utiliza generalmente la forma gramatical masculina plural ("los") como convención para referirse a todas las personas, sin distinción de género. Esta elección busca mantener la fluidez en la lectura, al tiempo que reconoce y valora la diversidad de identidades presentes en el proceso.

¹ El trabajo realizado por la edición general y de coordinación de FEF se basó en documentos cerrados. Toda la información provino de las transcripciones de las sesiones, minutas y documentos de trabajo de las mesas. Para el procesamiento de IA, se ocupó Gemini 2.5 y ChatGPT 5.2.

ÍNDICE



Instituciones convocantes	10
Listado siglas del mundo de las algas	12
Prólogos	14
I.	
A MODO DE PRESENTACIÓN	20
Una opción histórica para alimentar y regenerar el planeta	21
Un océano de oportunidades para Chile	24
Voces y visiones desde el ecosistema de las algas	29
Participantes Mesa Algas y el futuro del mar	34
II.	
INTRODUCCIÓN	36
Desafíos de crecimiento y sostenibilidad	43
Acción con propósito	46
III.	
EJES TRANSVERSALES Y OBJETIVOS DE LAS SUBMESAS	48
01. Ejes transversales	49
02. Objetivos de las submesas	52
IV.	
DIAGNÓSTICO: ¿DESDE DÓNDE PARTIMOS?	56
A) Análisis FODA del sistema actual de algas en Chile	58
B) Brechas detectadas en la mesa	60
01. Identificación de las insuficiencias del marco de políticas públicas actual	60
02. Brecha regulatoria en la calidad e inocuidad de las algas destinadas al consumo humano	63
03. Problemas en trazabilidad de algas en etapas intermedias y circuitos informales	64
04. Déficit de trazabilidad y formalización de recursos marinos en las cadenas productivas	65
05. Ausencia de regulación para venta en mercado interno minorista (resolución sanitaria)	66
06. Brechas normativas y ausencia de enfoques regionales en la gestión de los recursos algales	67

07. Ausencia de reconocimiento de las algas como organismos bioingenieros fundacionales de los ecosistemas marinos	68
08. Falta de tipificación y sanciones específicas para acciones de daño, hurto o destrucción de acciones de restauración de ecosistemas y repoblamiento	69
09. Problemas de coordinación entre usuarios	70
10. Problemas de financiamiento para fiscalización de normativa para el uso sostenible, la conservación y restauración de algas	71
11. Revisión y recomendaciones para la Ley de bonificación al cultivo y repoblamiento de algas en Chile	72
12. Dificultad en tramitación de medidas regulatorias para recursos algales en riesgo de sobreexplotación	74
13. Brechas tecnológicas y de innovación	75
14. Brechas de mercado y comercialización	77
15. Brecha de conocimiento y valorización	79
16. Brechas de capital humano y social	82
17. Desafíos de sostenibilidad biológica y ecosistémica como sustento para la acuicultura de algas	87
18. Brechas en uso sostenible	89

V.

IMPLICANCIAS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS Y DESAFÍOS DE GOBERNANZA	92
01. Política pública integral	93
02. Desafíos de gobernanza	94
03. Fortalecer inclusión y capital humano	97

VI.

59 RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS SEGÚN EJES TRANSVERSALES	98
EJE 01. Gobernanza, institucionalidad y marco normativo	100
EJE 02. Ciencia, tecnología e innovación aplicada	112
EJE 03. Formación, educación y capital humano	119
EJE 04. Sustentabilidad ecológica, conservación y restauración	137
EJE 05. Desarrollo productivo, diversificación y mercado	150
EJE 06. Cooperación territorial y articulación multiactor	165

VII.	
VISIÓN DE CONJUNTO DE LAS PROPUESTAS	
POR EJES TRANSVERSALES	
<hr/>	
EJE 01. Gobernanza, institucionalidad y marco normativo	178
EJE 02. Ciencia, tecnología e innovación aplicada	180
EJE 03. Formación, educación y capital humano	182
EJE 04. Sustentabilidad ecológica, conservación y restauración	184
EJE 05. Desarrollo productivo, diversificación y mercado	186
EJE 06. Cooperación territorial y articulación multiactor	188
<hr/>	
VIII.	
CONCLUSIÓN	190
<hr/>	
IX.	
ANEXOS	196
<hr/>	
Anexo 1: Análisis de megatendencias y escenarios futuros	197
01. ESCENARIO INERCIAL: "Una costa desaprovechada"	198
02. ESCENARIO TRANSFORMADOR: "Chile, potencia en bioeconomía azul"	199
Anexo 2: Análisis comparado en materia de desarrollo y cultivo	200
Anexo 3: Conceptos del mundo de las algas	204
<hr/>	
Bibliografía	210
Referencias y publicaciones	214

INSTITUCIONES CONVOCANTES

- Academia Chilena de Ciencias
- Vertebral
- Duoc UC
- Inacap
- Universidad de Chile
- Pontificia Universidad Católica de Chile
- Universidad de Santiago de Chile
- Universidad de Valparaíso
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
- Universidad Técnica Federico Santa María
- Universidad Austral de Chile
- Universidad de Concepción
- Universidad de La Frontera
- Universidad de Antofagasta
- Universidad Católica del Norte
- Universidad de Tarapacá
- Universidad de Atacama
- Universidad de La Serena
- Universidad del Bío-Bío
- Universidad de Talca
- Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación
- Universidad Arturo Prat
- Universidad Católica de la Santísima Concepción
- Universidad Católica del Maule
- Universidad Católica de Temuco
- Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación
- Universidad Tecnológica Metropolitana

- Universidad de Magallanes
- Universidad de Los Lagos
- Universidad de O'Higgins
- Universidad de Aysén
- Universidad Diego Portales
- Universidad Alberto Hurtado
- Universidad de los Andes
- Universidad UNIACC
- Universidad Academia de Humanismo Cristiano
- Universidad Adventista de Chile
- Universidad Autónoma de Chile
- Universidad Bernardo O'Higgins
- Universidad Católica Silva Henríquez
- Universidad Central
- Universidad de las Américas
- Universidad Viña del Mar
- Universidad del Alba
- Universidad Finis Terrae
- Universidad Gabriela Mistral
- Universidad Miguel de Cervantes
- Universidad SEK
- Universidad Santo Tomás
- Universidad Andrés Bello
- Universidad del Desarrollo
- Universidad Adolfo Ibáñez
- Universidad San Sebastián
- Universidad Mayor

LISTADO SIGLAS DEL MUNDO DE LAS ALGAS

ACHIPIA: Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria

ACMU: Área de Conservación de Múltiples Usos

AMERB: Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos

AMICHILE: Asociación Gremial de Mitilicultores de Chile

ANID: Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo

AOAC: Association of Official Analytical Collaboration

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura

CAPIA: Centro Acuícola y Pesquero de investigación aplicada

CEAZA: Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas

CESFAM: Centros de Salud Familiar

CeTa: Centro Tecnológico para la Innovación Alimentaria

CFT: Centro de Formación Técnica

CIDTA: Centro de I+D Tecnológico en Algas y Otros Recursos Biológicos (UCN)

CIPA: Centro de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas

CNED: Consejo Nacional de Educación

COPRAM: Asociación Gremial de Procesadores y Productores de Algas Marinas

Corfo: Corporación de Fomento de la Producción

CREAS: Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables

CRUCH: Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas

CTCI: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología,

Conocimiento e Innovación para el desarrollo

DAEM: Departamentos de Administración de Educación Municipal

DIRECTEMAR: Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

ENCA: Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos

ERD: Estrategias Regionales de Desarrollo

ETAS: Enfermedades Transmitidas por Alimentos

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FEF: Fundación Encuentros del Futuro

FIA: Fundación para la Innovación Agraria

FIC: Fondo de Innovación para la Competitividad

FIPA: Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura

FODA: Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas

FOSIS: Fondo de Solidaridad e Inversión Social

FRPD: Fondo Regional para la Productividad y el Desarrollo

GABAS: Guías Alimentarias Basadas en Alimentos

GCF: Green Climate Fund

GEF: Global Environment Facility

GORE: Gobierno Regional

I+D: Investigación y Desarrollo

I+D+i: Investigación, Desarrollo e innovación

I+D+i+e: Investigación, Desarrollo, innovación y emprendimiento

IDEAL: Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes

IFOP: Instituto de Fomento Pesquero

IIE: Industria, Investigación y Estado

IMTA: Acuicultura Multitrófica Integrada

INAPI: Instituto Nacional de Propiedad Industrial

INDESPA: Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala

INTA: Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos

JUNAEB: Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas

JUNJI: Junta Nacional de Jardines Infantiles

LGPA: Ley General de Pesca y Acuicultura

MCTCI: Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

MINECON: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo

MINEDUC: Ministerio de Educación

MINSAL: Ministerio de Salud

MMA: Ministerio del Medio Ambiente

ODEPA: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

ONG: Organización No Gubernamental

PAE: Programa de Alimentación Escolar

PAR: Proyecto Asociativo Regional

PDI: Policía de Investigaciones de Chile

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

RPA: Registro de Pescador Artesanal

RSA: Reglamento Sanitario de los Alimentos

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero

SERCOTEC: Servicio de Cooperación Técnica

SEREMI: Secretaría Regional Ministerial

SERNAPESCA: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

SES: Sistemas Socio-Ecológicos

SONAPESCA: Sociedad Nacional de Pesca

STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics

SUBPESCA: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

TNC: The Nature Conservancy

TP: Técnicos Profesionales

TRL: Technology Readiness Level

UCE: Unidad de Currículum y Evaluación

WCS: Wildlife Conservation Society

WWF: World Wildlife Fund

PRÓLOGOS

Hacia un nuevo pacto institucional

Por:

Manuel José Ossandón Irarrázaval

Presidente del Senado

Como presidente del Senado, es un verdadero honor presentar este documento, que surge en un momento crucial para el desarrollo de nuestra nación. Chile, con su imponente costa, se enfrenta a la oportunidad histórica de transformar su maritorio en el motor de una nueva economía azul, sostenible e inteligente. Lo que hoy tienen en sus manos no es sólo un informe, sino un testimonio del poder que tiene el diálogo constructivo multidisciplinario cuando se pone al servicio del país.

Quiero valorar la experiencia de este esfuerzo colectivo que se alinea a la labor que impulsamos desde el Senado y particularmente desde nuestra Comisión Desafíos de Futuro: crear espacios mediados donde la evidencia científica y los saberes territoriales se encuentran generando nuevas reflexiones y miradas. Esta apertura permite que la academia y la ciudadanía sugieran políticas públicas con base sólida, lo que enriquece profundamente nuestra percepción del futuro que queremos construir.

Este texto debe ser recibido como un documento inicial y un material vivo. En él se sintetizan las recomendaciones de expertos sobre ejes estratégicos que buscan identificar desafíos y proponer soluciones concretas. Es una invitación amistosa a sumergirse en la lectura y a seguir reflexionando sobre la potencialidad de nuestras algas.

El desafío es enorme, pero la hoja de ruta es clara: debemos pasar del extractivismo al cultivo, y de la fragmentación a la colaboración. A través de este documento, los invito a ser parte de esta discusión clave para Chile, con la convicción de que solo mediante este “nuevo pacto institucional” y el compromiso de todos los actores involucrados en este sector económico, sembraremos con éxito el futuro de nuestro mar.

Las algas y el potencial de nuestro patrimonio azul

Por:

senadora Ximena Órdenes Neira

Presidenta de la Comisión Desafíos del Futuro

Senado de la República

Desde la presidencia de la Comisión Desafíos del Futuro del Senado, es un honor y un privilegio presentar este documento, que representa un nuevo hito en nuestra misión de anticipar los debates estratégicos que marcarán el destino de Chile hacia el 2050. El trabajo que aquí se plasma no es solo un informe técnico, sino una hoja de ruta inicial cargada de información científica y una esperanzada visión de país.

Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a cada una de las personas, académicos, investigadores, representantes del sector público y privado, y muy especialmente a las comunidades costeras y la pesca artesanal, quienes han volcado su conocimiento y pasión en estas páginas. Sus reflexiones están en total sintonía con la labor que impulsamos desde nuestra comisión: identificar hoy las oportunidades que garantizarán un desarrollo sostenible y equitativo para las próximas generaciones.

Este texto que tienen en sus manos es un valioso material inicial que sistematiza las recomendaciones de expertos para transformar a las algas en el motor de una nueva economía azul. Chile posee una oportunidad histórica de transitar desde un modelo de simple extracción de recursos hacia uno de valor agregado, innovación y cultivo regenerativo. Para lograrlo, los seis ejes transversales aquí propuestos –desde la gobernanza y la ciencia hasta la formación de capital humano– ofrecen un marco interpretativo esencial para el diseño de políticas públicas con pertinencia territorial.

Los invito a leer este trabajo con cercanía y optimismo. Es una invitación abierta a seguir reflexionando sobre el potencial estratégico

de nuestras algas, entendiendo que este es sólo el comienzo de una discusión clave para el país. No podemos permitir que la inacción nos condene a la irrelevancia; hoy contamos con soluciones concretas y una base de evidencia sólida para actuar.

Sigamos construyendo este ecosistema de colaboración donde la ciencia y el saber ancestral se encuentran. No perdamos la oportunidad de sembrar hoy el futuro de las algas en Chile como parte de una nueva manera de relacionarnos con nuestros territorios, nuestros habitantes y nuestros recursos marinos.

Mirar nuestro océano con más profundidad y conocimiento

Por:

Ignacio Rodríguez Álvarez

Director Biblioteca del Congreso Nacional (BCN)

Desde la Biblioteca del Congreso Nacional, nos es grato presentar este documento que es el resultado inicial de un trabajo dedicado de la Mesa de Algas de Proyecta Chile 2050, un esfuerzo colectivo que busca transformar nuestra vasta costa en el motor de una economía azul, inteligente y sostenible.

Este texto debe leerse como un material inicial y preliminar. Es la síntesis de una visión estratégica compartida que reconoce la complejidad de nuestros ecosistemas y la urgencia de transitar desde una forma predatoria de explotación de recursos hacia uno de valor agregado y cultivo regenerativo. Aquí se delinean seis ejes transversales –desde la gobernanza y la ciencia hasta la formación de capital humano– que actúan como la estructura base para una política pública que tiene en su horizonte los territorios y sus habitantes.

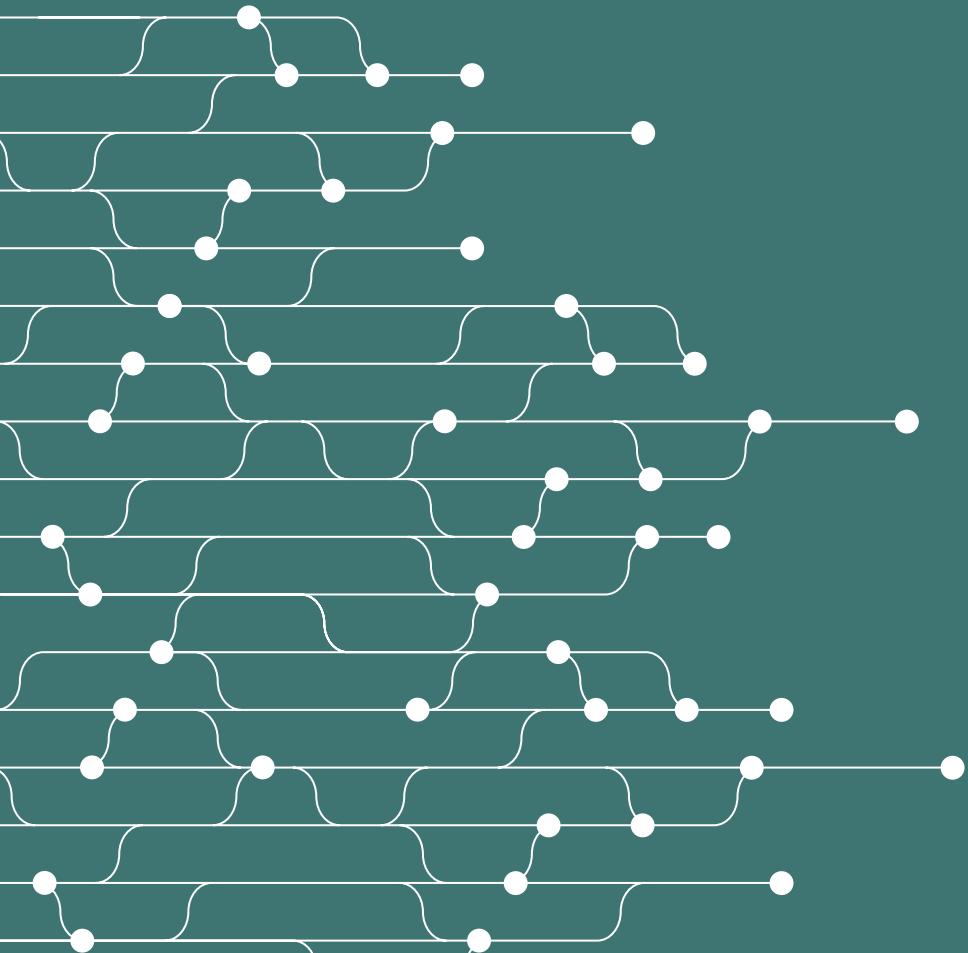
Invitamos a los parlamentarios, académicos, comunidades costeras y a la ciudadanía en general a transitar por las páginas de este informe como una invitación abierta a seguir reflexionando y discutiendo sobre el potencial estratégico de nuestras algas, nuestra “Amazonía sumergida”. Chile tiene la oportunidad histórica de liderar la bioeconomía azul en la región, pero para ello necesitamos pasar de los diagnósticos a la acción colaborativa.

Como biblioteca parlamentaria, reafirmamos nuestro compromiso de proveer el conocimiento necesario para que esta discusión clave continúe enriqueciéndose. Les damos la bienvenida a esta lectura franca y esperanzadora, convencidos de que ahora es el momento de sembrar el futuro de las algas en nuestro país. Confiamos que cada página sea un nodo orientador de esta red nacional que comienza a tejerse.



I.

A MODO DE PRESENTACIÓN



Una opción histórica para alimentar y regenerar el planeta

Por:

Guido Girardi Lavín

Vicepresidente ejecutivo Fundación Encuentros
del Futuro y fundador Congreso Futuro



El contexto futuro, nacional y global, proyecta un escenario con menores disponibilidades hídricas y un crecimiento poblacional moderado, que invita a innovar en sistemas productivos más eficientes y sostenibles. La demanda de alimentos aumentará de forma significativa en el año 2050. Para satisfacer las necesidades de 9.200 millones de personas en 2050, la producción mundial de alimentos deberá aumentar aproximadamente en un 70% y prácticamente duplicarse en los países en desarrollo, tal como ha estimado la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Esta proyección abre una oportunidad para planificar con precisión cuánto y cómo producir mejor, impulsando tecnologías, prácticas y cadenas de valor que optimicen el uso de recursos de manera sostenible y resiliente y aseguren abastecimiento de calidad.

Esos recursos como alimentos deberán responder básicamente a dos exigencias: ser menos adversos para el planeta en un escenario de cambio climático y contribuir a la salud de las personas en un mundo con alta prevalencia de enfermedades, tanto transmisibles como no transmisibles (tales como obesidad, infartos y accidentes vasculares). En consecuencia, será necesario articular estrategias de prevención que cuiden simultáneamente la salud del planeta y la salud humana, pues la demanda global por alimentos saludables y sostenibles seguirá en aumento.

En este marco, los ecosistemas terrestres presentarán mayores limitaciones que los ecosistemas marinos para producir alimentos. Primero, por su enorme huella hídrica: la agricultura consume la gran mayoría del agua dulce disponible. Segundo, porque el aumento de temperatura disminuirá la cantidad y la calidad de

los nutrientes presentes en los alimentos, reduciendo su productividad. Tercero, porque la agricultura es una fuente importante de emisiones (como metano, compuestos nitrogenados y CO₂) por unidad de proteína, fibra o ácidos grasos producidos. En contraste, la producción en el mar no arrastra la misma huella hídrica y prescinde de muchos insumos como fertilizantes y plaguicidas químicos.

Debe considerarse, además, que los sistemas hídricos condicionan a los sistemas terrestres. El cambio climático intensificará eventos extremos: aluviones, sequías, restricciones de agua y olas de calor que, al igual que a las personas, afectarán a todos los seres vivos, muchos de los cuales no pueden desplazarse o migrar. En este escenario, los océanos serán fundamentales: producen oxígeno, capturan CO₂ y, sobre todo, pueden aportar alimentos saludables.

Chile posee ventajas comparativas notables: cuenta con uno de los mares más productivos del mundo, una vasta zona marítima y una extensa línea de costa. Este patrimonio marino, que constituye nuestro Océano Pacífico, configura una vocación natural para el desarrollo y cultivo de las algas.

Aun cuando no siempre se ha hecho del mejor modo, Chile ha contado con un “laboratorio natural” de aprendizaje: la salmonicultura. Este sector, pese a sus desafíos, ya muestra indicadores relativos (emisiones, huella hídrica, uso de antibióticos) que, en términos comparados, resultan más favorables que los de la carne terrestre.

Otras industrias vinculadas al mar, han desarrollado capacidades tecnológicas y de gestión que pueden transferirse al cultivo de algas. Diversos cultivos marinos requieren y se benefician de esquemas multitróficos –que integran, por ejemplo, choritos y algas–, combinaciones que generan sinergias y aceleran el aprendizaje para escalar la producción de especies nativas. Asimismo, investigaciones y emprendimientos locales han logrado reproducir en cautiverio distintas especies y han impulsado el cultivo de recursos de alto valor.

Las algas cumplen un rol estratégico: pueden alimentar especies endémicas, complementar y contribuir a la alimentación animal (terrestre y acuática), con el potencial de disminuir emisiones de

metano y de óxido nitroso. A ello se suman sus servicios ecosistémicos –relevantes para la salud del planeta– y sus beneficios para la salud humana: son ricas en fibra, aportan ácidos grasos poliinsaturados (omega-3) y pueden ofrecer proteínas de alto valor biológico.

Mirando hacia adelante, el desafío es el posicionamiento y la cultura alimentaria. Para que las algas se conviertan en un producto incorporado masivamente a la dieta, es necesario transformarlas en un alimento atractivo y deseable. En otras palabras, es necesario posicionar el consumo de algas como parte esencial de una nutrición moderna y responsable, integrándolas de manera habitual en la alimentación cotidiana.

De este forma, desde los bosques marinos del sur del mundo, y gracias al empuje de la innovación y fuerza colaborativa de una economía cada día más sostenible, podemos aportar productos de alto valor agregado para el consumo humano, como también para la industria biotecnológica y, sobre todo, para mitigar los efectos del cambio climático. Y augurar, así, un mejor futuro para las nuevas generaciones.

Un océano de oportunidades para Chile

Por:

Andrés Mansilla² y Pamela Fernández³

Coordinadores generales Mesa Algas y el futuro del mar

Proyecta Chile 2050



Chile posee uno de los patrimonios marinos más vastos y singulares del planeta. A lo largo de sus 6.435 kilómetros de costa, desde los áridos paisajes del norte, influenciados por surgencias frías, hasta los fiordos y canales subantárticos del extremo sur, se despliega una extraordinaria diversidad biológica que ha moldeado la identidad ecológica del país. Entre los muchos tesoros de este litoral se encuentran las macroalgas marinas, las cuales sostienen la productividad primaria, biodiversidad y resiliencia de los ecosistemas costeros.

Las macroalgas –grandes y pequeñas, pardas, rojas y verdes– cumplen funciones esenciales en el ecosistema marino: capturan carbono, liberan oxígeno, reciclan nutrientes y brindan refugio a innumerables especies. Gracias a estos procesos, las macroalgas contribuyen activamente a la salud del océano y son piezas clave de las estrategias de carbono azul y de la gestión sostenible del litoral.

² Andrés Mansilla es profesor titular en la Universidad de Magallanes e investigador principal del Centro Basal CHIC (Cape Horn International Center). Sus investigaciones están orientadas al conocimiento de las macroalgas subantárticas y antárticas. Integró el equipo científico que posibilitó la creación de la Reserva de Biósfera Cabo de Hornos –un hito en la conservación global–, y ha contribuido al surgimiento del Parque Marino Islas Diego Ramírez–Paso Drake, ampliando las fronteras de la protección marina en territorios subantárticos. Adicionalmente, es investigador principal del Centro Internacional Cabo de Hornos – CHIC.

³ Pamela Fernández es académica e investigadora del Centro i-mar de la Universidad de Los Lagos. Su investigación se centra en examinar los efectos del cambio climático global y local sobre las respuestas fisiológicas y moleculares de algas marinas, las cuales cumplen un rol fundamental en la productividad primaria del planeta.

Frente a los desafíos actuales —la sobreexplotación, contaminación costera y el cambio climático—, proteger, conservar y manejar de forma sustentable esta riqueza biológica se vuelve una tarea impostergable. En este contexto, la acuicultura sostenible de macroalgas emerge no como una amenaza, sino como una oportunidad esperanzadora: una práctica que puede restaurar hábitats degradados, capturar carbono, mejorar la calidad del agua, así como también proveer alimentos y recursos renovables. Así cuidar y comprender nuestras algas es, en última instancia, cuidar el equilibrio del océano y el bienestar de las comunidades que dependen de él. Ellas representan no sólo un legado biológico de enorme valor, sino también una fuente de inspiración para avanzar hacia un futuro más sostenible, azul y consciente.

“Proyecta Chile 2050: Algas y el futuro del mar” nace de numerosas reuniones con actores clave —pescadores artesanales, científicos, empresarios, instituciones gubernamentales y comunidades costeras— que reconocen una verdad común: debemos construir una bioeconomía azul regenerativa donde nuestros océanos sean fuente de prosperidad compartida.

Ecosistema de I+D+E desde la economía azul

La economía azul puede generar 8.000 empleos más verdes al 2040, especialmente en manufacturas de alto valor y producción agroalimentaria innovadora. Simultáneamente, los acuerdos bilaterales recientes entre Chile y la Unión Europea 2025, que incluyen el Acuerdo Marco Avanzado, abren oportunidades en comercio e inversión en materias primas críticas. La Cumbre UE-CELAC de Santa Marta (2025) posiciona la economía azul como eje central del desarrollo birregional, reconociendo que el mundo demanda superalimentos sostenibles y biosoluciones.

Chile alberga una gran biodiversidad de especies que, en la práctica, se concentra en tres frentes a lo largo de la costa: la sobreexplotación del huilo en el norte, el cultivo de pelillo en el sur y los bosques protegidos de Magallanes, que ya no pueden sobreexplotarse ni intervenirse.

La disminución de bosques y praderas naturales en el norte no obedece al cambio climático, sino a la sobreexplotación humana. Esto realza la urgencia de políticas públicas y marcos legales que permitan un manejo responsable de los recursos: en un país re-

conocido como refugio climático, no podemos permitir que estos ecosistemas se reduzcan por débil regulación.

En este contexto, las algas emergen como protagonistas de la transformación. Estos “superalimentos del océano” son nutricionalmente densos (ricos en minerales, fibra y proteína), crecen sin competir por agua dulce ni tierra agrícola, y no requieren el uso de pesticidas o antibióticos durante su cultivo.

A raíz de este trabajo, constatamos que existen cuatro palancas de transformación: gobernanza integrada que supere los sellos ministeriales; regulación adaptativa basada en evidencia científica (*sandboxes* regulatorios); protección de patrimonio genético mediante bancos de germoplasma públicos, y valoración de servicios ecosistémicos que conviertan captura de carbono en mercados azules financiados.

También es clave el rol del marketing global. Chile ya se posiciona internacionalmente como productor de bienes sostenibles, participando en ferias como Ecomondo 2025. Y consideramos que esta marca país debe amplificarse y proyectarnos: “Algas Chilenas: Superalimento Regenerativo”. Un producto que capta dinámicas de consumo consciente europeo y asiático, que combate las llamadas *Novel Food barriers* de la Unión Europea con excelencia científica y genera demanda premium que financia toda la cadena de valor.

La Estrategia Nacional de Financiamiento “AlgaHub Chile” que hemos propuesto sugiere la articulación de fondos públicos-privados para catalizar investigación, emprendimiento⁴ sostenible e inclusión social territorial. Cada actor, desde el pequeño cultivador al investigador de excelencia, tiene lugar en esta transformación.

⁴ Desde la coordinación de la mesa se abordó la necesidad de compilar de forma dinámica un catastro de los emprendimientos más recientes (5 años) identificando las zonas a los que pertenecen y sus aportes en innovación.

Estamos a 25 años del 2050. La ventana es estrecha, pero abierta. Con biodiversidad única, comunidad científica de clase mundial y acuerdos internacionales favorables, Chile tiene todo para liderar la economía azul global. Lo que falta es decidir cuál es nuestra prioridad común.

La participación colaborativa es imprescindible. Así como la experiencia que hemos construido en la Mesa Algas y el futuro del mar, que ha recogido el trabajo orientado a la articulación y consenso de recomendaciones para situar a Chile en la senda de una transición sostenible y equitativa, transformando desafíos en oportunidades mediante la escucha activa de las comunidades y la promoción de buenas prácticas, con miras a posicionar al país como referente global en cultivo sostenible de algas y desarrollo territorial.

Podemos decir con orgullo: el futuro azul de Chile comienza ahora.



Voces y visiones desde el ecosistema de las algas

Alejandra González Vásquez⁵



“Sueño con un Chile donde ciencia y naturaleza construyen juntos un futuro justo y próspero. La investigación en macroalgas y quimeras patentadas, que he liderado, ha permitido los primeros pasos para repoblar costas y fortalecer economías regenerativas locales. Apostar por políticas públicas que incentiven el cultivo de algas es invertir en innovación, desarrollo y resiliencia climática, asegurando así nuestra diversidad biológica, y los recursos para alimentación, salud y sostenibilidad. El momento de actuar es ahora, pensando en las generaciones que vendrán”.

⁵ Bióloga marina por la Universidad de Valparaíso y doctora en Ciencias con mención en Ecología y Biología Evolutiva por la Universidad de Chile, donde actualmente se desempeña como académica del Departamento de Ciencias Ecológicas, de la Facultad de Ciencias, y presidenta del Comité CICUA.

Cristian Bulboa Contador⁶



“Espero que en los próximos años desarrollemos una actividad productiva diversificada, fortalecida por la innovación en tecnologías y productos, con valor agregado y asegurando la participación transversal de todas y todos, donde se genere bienestar, sin comprometer a los recursos ni al ecosistema, y nos sintamos orgullosos como país de lo que hemos construido”.

⁶ Centro de Investigación Marina Quintay (CIMARQ), Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Andrés Bello.



⁷ Emilio Rodríguez es presidente de Proyecta Chile 2050, vicepresidente del CRUCH y rector de la Universidad de Tarapacá.



⁸ Erasmo Macaya es académico de la Universidad de Concepción y director de Algalab.



⁹ Académica titular Departamento de Biología Marina, Investigadora asociada Centro de I+D Tecnológico en Algas y Otros Recursos Biológicos (CIDTA), Investigadora adjunta - Instituto Milenio en Socio-ecología Costera (SECOS), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.

Emilio Rodríguez Ponce⁷

“La relevancia de las algas en 2050 es estratégica; generarían empleos verdes de calidad en las costas y fortalecerían la seguridad alimentaria. Con ellas, como país seríamos protagonistas en la mitigación del cambio climático (captura de carbono y restauración ecosistémica) e impulsaríamos la demanda de alimentos saludables. La academia, el CRUCH y sus universidades estamos convocados a aportar con investigación aplicada para generar alto valor agregado a un recurso esencial como lo son las algas, integrando también su producción y consumo como una opción con evidentes ventajas competitivas”.

Erasmo Macaya Horta⁸

“Dado que las algas son componentes fundamentales de los ecosistemas marinos, espero que más y más personas en Chile puedan comprender su relevancia. Para ello es esencial reconocer y visualizar su diversidad en Chile continental e islas oceánicas, admirar su variedad de formas y colores, y su aporte ecológico, social, cultural y económico al país. Esto es clave para su protección y manejo”.

Fadia Tala González⁹

“Mi sueño es que las algas se conviertan en un motor de cambio, desde el conocimiento científico y local, así como desde sus múltiples aportes al bienestar del planeta. Que podamos tener jardines en el mar a través del repoblamiento y cultivo de algas, contribuyendo a la sostenibilidad y salud de los océanos”.

José Miguel Aguilera Radic¹⁰

“Nuestro maritorio nos ofrece una inmensa variedad de algas, el complemento perfecto para nuestras dietas. Son bajas en calorías, aportan la necesaria fibra para mantener una microbiota intestinal saludable, contienen valiosos componentes bioactivos y algunas hasta aportan proteínas. Pero más importante, son una fuente inagotable de sabores, colores y texturas para enriquecer nuestras comidas. ¡Tene mos que invitar a las algas marinas a nuestra mesa!”.



¹⁰ José Miguel Aguilera es profesor emérito de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnología (2008).

Juan Claudio Escobar¹¹

“Desde la educación superior técnico-profesional de Chile, agrupada en Vertebral, vemos en el desarrollo sostenible de las algas una oportunidad decisiva para impulsar empleos verdes, innovación a nivel territorial y una economía azul con valor agregado de cara al 2050. La hoja de ruta de la Mesa Algas coincide con el propósito de nuestras instituciones de formar capital humano avanzado, en este caso, con la capacidad de ser aliadas estratégicas para una industria que requiere articular soluciones con impacto en las comunidades costeras. Convertir a Chile en referente mundial en bioeconomía azul es un desafío que nos motiva y compromete a trabajar de la mano con todos los actores públicos y privados que comparten este objetivo”.



¹¹ Juan Claudio Escobar es director ejecutivo de Vertebral.



Marcela Ávila Lagos¹²

“Mi sueño es que las macroalgas, desde la ciencia aplicada, sean un motor de desarrollo para las comunidades locales, con énfasis en las mujeres y nuevas generaciones, en los distintos territorios del país, con una legislación que impulse la restauración mediante el repoblamiento, y que simplifique y fomente el acceso al cultivo de los sectores productivos y privados. Para contribuir así a la salud de los ecosistemas, como al bienestar y seguridad alimentaria del país, aportando al cumplimiento de metas globales de conservación y desarrollo sostenible”.

¹² Directora del Centro Acuícola Pesquero de Investigación Aplicada (CAPIA), Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás. Además es investigadora asociada del Centro CHIC (Cape Horn International Center).



¹³ Directora de Transferencia Tecnológica del Centro de Biotecnología y Bioingeniería, CeBiB.



¹⁴ Profesor, chef y jefe del Laboratorio de Técnicas Alimentarias de la carrera de Nutrición y Dietética de la Escuela de Ciencias de la Salud de la Facultad de Medicina en la P. Universidad Católica de Chile.

María Isabel Guerra Hevia¹³

“Aspiro a que la industria de las algas se consolide como un pilar de Chile, motor de diversificación productiva y fuente de innovación tecnológica, capaz de impulsar una alimentación más saludable, fortalecer el desarrollo local y contribuir activamente a la sostenibilidad ambiental. Una industria con todo su potencial por desplegar”.

Sebastián Tobar Bachler¹⁴

“Al nacer en este país con tal cantidad de mar a nuestra disposición para su disfrute y aprovechamiento, encuentro necesario equiparar las cifras en torno a las algas. Somos los segundos productores de algas a nivel mundial, debemos por lo menos estar dentro de los diez países que más consumen. Para esto tendremos que trabajar en conjunto todos los actores relacionados (productores, especialistas y consumidores) en lograrlo, por medio de la divulgación de propiedades y valorizar lo que tenemos”.



Participantes Mesa Algas y el futuro del mar

Coordinación general:

Andrés Mansilla y Pamela Fernández

Coordinación de tres submesas:

José Luis Aldunce, María Isabel Guerra y Sebastián Tobar
(Consumo y Valorización)

Alejandra González V. y Cristian Bulboa
(Desarrollo y Cultivo)

Marcela Ávila y Fadia Tala
(Conservación, restauración y sostenibilidad)

Comité editor:

Alejandra González V., Andrés Mansilla, Claudio Palma, Cristian Bulboa, Cristián Sepúlveda, Exequiel González, Fadia Tala, Felipe Hurtado, Francisco Galleguillos, Gésica Aroca, Héctor Fuenzalida, José Luis Aldunce, Juan Pablo Maldonado, Loretto Contreras-Porcia, Marcela Ávila, María Isabel Guerra, Mauricio Palacios, Pamela Fernández, Paola Ojeda, Renato Quiñones, Ricardo Otaíza, Sebastián Tobar, Sergio Palma y Zaira Rojas

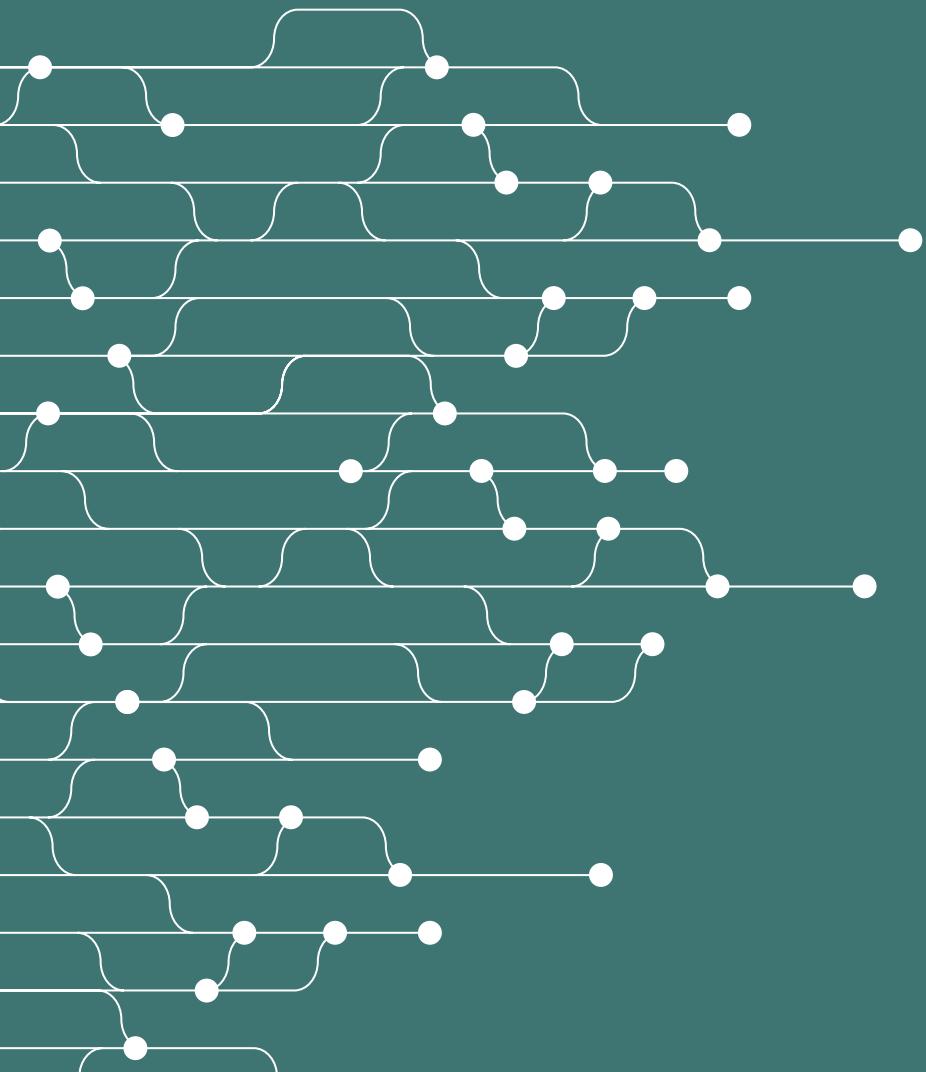
Miembros del comité técnico convocado por la mesa:

Alejandra Machuca
Alejandro Buschmann
Alejandro Murillo
Alicia Gallardo
Alonso Vega
Ana Webb
Armando Rosson
Bernardo Sepúlveda
Camila Rubio
Carlos Tapia
Carolina Camus
Carolina Mella
Catterina Sobenes
Cecilia Masferrer
Celso Durán
César Astete
Claudia Razeto
Claudio Palma
Claudio Ramírez
Cristián Agurto
Cristián Dalko
Cristián López
Cristián Sepúlveda
David Espinoza
Enzo Rojas
Erasmo Macaya
Exequiel González
Felipe Hurtado
Florence Tellier
Francisco Galleguillos
Gésica Aroca
Héctor Basaure
Héctor Escobar
Herminia Gavilán
Jaime Palomino
Jaime Quiroz
Jaime Zamorano
Javier Chávez

Joahnna Marambio
Jorge González
José Miguel Aguilera
Juan Francisco Aldunce
Juan Manuel Vega
Juan Pablo Maldonado
Julio Vásquez
Karen Guissen
Karina Véliz
Katherine Marchant
Leonardo Aldunce
Leonardo Llanos
Leopoldo Vargas
Loretto Contreras-Porcia
Luis Tapia
M. Francisca del Castillo
Manuel Andrade
Manuel Martínez
Marcela Jarpa
Marcos Guiñez
Marcos Zúñiga
María Elena Lienqueo
María José de la Fuente
María Salomé Mariotti
Marie-Laure Guillemin
Mauricio Palacios
Michel Zamorano
Natalio Godoy
Nelson León
Nibaldo Yáñez
Nicole Maturana
Noemí Cárcamo
Óscar Muñoz
Pablo Araya
Pablo Ayala
Pablo Gallardo
Pablo Leal
Pamela Muñoz

Paola Chandía
Paola Ojeda
Patricio Steffen
Paulina Larondo
Paulina Molina
Pedro Murúa
Pedro Pizarro
Pilar Muñoz
Raúl Guajardo
Reinaldo Rodríguez
Renato Quiñones
Renato Westermeier
Ricardo Otaíza
Ricardo Riquelme
Ricardo Utrera
Roberto Cabezas
Roberto Varela
Roberto Vásquez Elos
Rodrigo Núñez
Rosana Rodríguez
Sebastián González
Sergio Cortés
Sergio Mesa
Sergio Palma
Teresa Nilo
Víctor Gatica
Virgilio Uarrota
Zaira Rojas

II. INTRODUCCIÓN



“Sólo puedo comparar estos grandes bosques acuáticos del hemisferio sur con los terrestres de las regiones intertropicales. Pero si estos últimos albergan innumerables tipos de insectos y aves, las algas son aún más productivas, como refugio de innumerables criaturas del mar”.

Charles Darwin, *El viaje del Beagle* (1839)

“La cantidad de criaturas vivientes, cuya existencia depende íntimamente de las algas, es asombrosa”, complementó en su diario el entonces joven naturalista inglés Charles Darwin, a raíz del viaje que le permitió explorar en profundidad el litoral chileno, hace más de 190 años. Y ese vaticinio cobró aún más vida frente al desafío de esta inédita mesa titulada “Algas y el futuro del mar”, impulsada en el marco de Proyecta Chile 2050, instancia coordinada por la Fundación Encuentros del Futuro (FEF) y convocada por el ecosistema de educación superior, con la participación interdisciplinaria de representantes de sectores público, privado y sociedad civil.

Es pertinente vincular el cambio climático con el rol que jugarán los bosques de las profundidades y costas del mar chileno como refugios climáticos. Con el paso del tiempo, los bosques –especialmente en el norte y La Patagonia– han ido cobrando mayor importancia. No obstante, a nivel mundial, en algunos países estos bosques han disminuido drásticamente el calentamiento del océano, las olas de calor y otros cambios climáticos extremos. En esta urgencia evolutiva, resulta oportuno volver a Darwin y subrayar la relevancia actual de estos bosques submarinos.

Los bosques de algas pardas son de gran relevancia en el secuestro y captura del carbono atmosférico, contribuyendo a mitigar el efecto invernadero. Su papel es comparable al de las grandes florestas terrestres, con la ventaja de que su tasa de crecimiento es incomparablemente más rápida que la de los vegetales terrestres.

Chile cuenta con una ventaja competitiva a nivel mundial, ya que en la Región de Magallanes y la Antártica chilena se encuentran algunos de los ecosistemas más prístinos del planeta, especialmente

en sus mares. En particular, la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos alberga los bosques de huiros (conocidos también como kelps) más extensos y australes del mundo, convirtiéndose en un lugar estratégico para estudiar los efectos del cambio climático a nivel global.

Estos bosques de huiros son el hogar de una increíble biodiversidad marina subantártica; ecosistemas submarinos densos de algas pardas que crecen en aguas frías y ricas en nutrientes, que proporcionan hábitat, zonas de reproducción, alimentación y crianza para cientos de especies con valor ecológico y socioeconómico, como centollas y erizos de mar. Al analizar la distribución de los bosques de kelp en el mundo, observamos que existen distintas especies, principalmente en el hemisferio norte; sin embargo, los que se encuentran en el hemisferio sur son más conspicuos y abundantes, con mayor biomasa y un crecimiento más acelerado. En el caso del hemisferio sur, el punto de distribución más austral de las formaciones de kelp se encuentra en el archipiélago Diego Ramírez.

Chile tiene una costa de 6.435 km de longitud y ejerce derechos exclusivos, reclamaciones de diverso grado y soberanía sobre su espacio marítimo, llamado Mar chileno. Este comprende cuatro zonas: el mar territorial (120.827 km²), la zona contigua (131.669 km²), la zona económica exclusiva (3.681.989 km²) y la correspondiente a la plataforma continental (161.338 km²).¹⁵

El primer registro de producción de algas en Chile se remonta al período que siguió a la Segunda Guerra Mundial, cuando 80 toneladas del tipo *Gelidium*, conocidas como "chasca", fueron recolectadas en la parte norte-central del país y exportadas a los Estados Unidos. Así fue como alrededor de 1950, la producción de algas se extendió a través de todo el país y dos industrias nacionales, Algas Marinas Ltda. y Sociedad Algina Ltda, comenzaron a procesar agar-agar y ácido algínico, para venderlo en los mercados nacionales e internacionales.

¹⁵ Gobierno de Chile, Nuestro País: <https://www.gob.cl/nuestro-pais/>

Actualmente, la extracción de algas constituye una importante fuente de ingresos para muchas personas en Chile y la pesquería de algas pardas, conocidas como huiros, es una actividad particularmente relevante. Si bien su recolección comenzó en los años 60, hoy cerca del 90% de la actividad productiva está concentrada en el norte de Chile. Se ha estimado que, en esta zona del país, cerca de 11 mil personas dependen directa o indirectamente de la extracción de algas pardas (Museo de Historia Natural de Concepción, 2022).

Respecto a los recursos cultivados, las mujeres cultivan mayoritariamente algas del tipo pelillo (69%), mientras que los hombres priorizan el cultivo de moluscos (58%) por sobre el de algas, e incluso son titulares de cultivos de salmónidos y otras especies (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, 2024)

Al mismo tiempo, el cultivo de algas ha emergido como una de las industrias más prometedoras y sostenibles a nivel global. Según cifras de FAO, en la edición de 2024 de "El estado mundial de la pesca y la acuicultura" (SOFIA) se señala que la producción pesquera y acuícola mundial en 2022 ascendió a 223,2 millones de toneladas, un 4,4 % más que en 2020. En concreto, la producción fue de 185,4 millones de toneladas de animales acuáticos y 37,8 millones de toneladas de algas (FAO, 2024).

Este escenario describe un impresionante crecimiento continuo de la producción de algas de las últimas décadas, desde sólo 12 millones de toneladas en 2000 (FAO, 2025). En todo ese período, los países asiáticos produjeron el 97% del total, con China representando el 60% del total de algas producidas, seguida de Indonesia (25%), la República de Corea (5%) y Filipinas (4%).

El crecimiento sostenido de este mercado global está impulsado por varios factores claves, como la diversidad de aplicaciones de las algas, el reconocimiento de sus beneficios para la salud, y el rápido aumento de la conciencia entre los consumidores que valoran los productos naturales cuya producción no impacta negativamente en el medioambiente. Actualmente, las algas son destacadas como clave en la dieta de millones de personas y su cultivo está asociado tanto a la seguridad alimentaria como a la salud ambiental, además de ser una fuente de ingresos en muchas comunidades costeras del mundo, contribuyendo a un mayor bienestar económico.

Todo esto se ha traducido en un crecimiento del mercado mundial de algas desde 4.097 millones de dólares en 2017 a 16.500 millones de dólares en 2020 y 17.000 millones en 2022 (FAO 2025). En este contexto, Chile aporta sólo con el 0,3% de la producción mundial de algas, aunque el 99% de esta biomasa proviene de la explotación de bancos naturales y sólo un pequeño aporte de los cultivos de *Gracilaria chilensis* (Zhang et al., 2022), la única macroalga cultivada comercialmente en el país.

La problemática nacional de producción acuícola actual de algas también se agudiza por el hecho de que sólo una especie (*Gracilaria chilensis*) se cultiva comercialmente en Chile, cuya producción acuícola se ve amenazada, ya que enfrenta múltiples desafíos. Según se destacó en la mesa, existen brechas como el bajísimo valor comercial para los productores, problemas de plagas y epifitismo, cadenas de valor dominadas por agentes intermediarios y bajas posibilidades de diversificación de usos. Esto significa un claro retroceso, en una actividad que ha estado estancada por décadas.

No obstante, Chile posee las condiciones idealmente favorables para su producción, debido a su extensa costa con una gran variedad de especies de algas y diversidad de ecosistemas marinos, con corrientes oceánicas que favorecen el crecimiento de estas especies, además de experiencia acuícola en el país, investigación científica de calidad en el área de la ficolología¹⁶ y normativas para la actividad acuícola, lo que representa una garantía de calidad para el desarrollo de una industria del cultivo de algas del futuro.

Para nuestro país y la región, el cultivo de macroalgas representa una oportunidad estratégica para contribuir a la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico de la región, lo que ha sido recientemente reconocido por la FAO (Lovatelli et al., 2025), en el documento Estado y perspectivas del cultivo de macroalgas en América Latina.

¹⁶ La ficolología es el estudio científico de las algas, una disciplina de la botánica que abarca organismos que van desde los unicelulares hasta los multicelulares.

Sin embargo, también en ese informe se reconoce que el cultivo de algas en LATAM se encuentra pobremente desarrollada y requiere de acciones concretas y articuladas entre todos los actores relevantes para alcanzar soluciones y avances en ámbitos biológicos, productivos, comerciales, normativos y sociales, que involucren políticas públicas e iniciativas de colaboración público-privadas. De esta manera se desprende con claridad que el desarrollo de esta actividad, y su paso hacia una industria que genere crecimiento, bienestar y empleos, enfrenta importantes desafíos que requieren potenciar la innovación y el emprendimiento en el desarrollo productivo, con regulación adecuada.

Desafíos de crecimiento y sostenibilidad

El sector enfrenta ciertos desafíos que limitan su crecimiento regularizado y sostenible. Problemas como la falta de conciencia ambiental, escasa formación técnica, ausencia de un marco regulatorio específico y debilidad en la conexión entre productores y mercado deben ser abordadas para fomentar un desarrollo significativo del cultivo de algas.

Este panorama resalta la necesidad de un conjunto de políticas públicas en nuestro país que fomente el crecimiento y la sostenibilidad de esta industria emergente. Uno de los principales desafíos de la industria en Chile es el poco conocimiento científico y técnico sobre las especies de algas, sus ciclos de vida y sus necesidades específicas. Esto se traduce en prácticas de cultivo que, a menudo, no son sostenibles y dañan el ecosistema marino.

También se abordó en la mesa que la ausencia de estudios adecuados limita el acceso a mercados y a financiación, fundamentales para el escalamiento de la producción. Por otro lado, la escasa estructura organizativa en la cadena de valor de las algas impide una colaboración eficiente entre los actores involucrados. La creación de redes que conecten a investigadores, productores, técnicos y consumidores es crucial para cerrar estas brechas y optimizar el uso de los recursos.

Existen oportunidades significativas en términos de innovación y diversificación de productos. Las algas son utilizadas en múltiples industrias, desde la alimentaria hasta la farmacéutica y cosmética. El desarrollo de tecnologías que permitan la optimización de cultivos, el procesamiento y la diversificación de productos derivados puede abrir nuevas puertas en mercados internacionales. En este sentido, fomentar la investigación y el desarrollo, así como la tecnificación de las pequeñas y medianas empresas en el sector, es una de las claves para un uso más sostenible y eficiente de los recursos marinos.

Otro aspecto crítico es la necesidad de un marco legal que regule la acuicultura de algas. Actualmente, el sistema de licencias y concesiones es ineficiente y desincentiva modificaciones innovadoras. Un marco normativo bien estructurado no sólo facilitaría el acceso a las concesiones, sino que también ayudaría a mantener prácticas sostenibles y a proteger el medioambiente marino. La creación de un marco legal adaptado que contemple el potencial del cultivo de algas y promueva su seguridad y sostenibilidad ambiental es fundamental.

Las políticas públicas deben ser inclusivas y participar en la formación del capital humano necesario para que la industria prospere. La ausencia de capacitación y formación técnica puede limitar el desarrollo y la adopción de prácticas sostenibles. El diseño de programas educativos adaptados a las realidades locales y la promoción de una mayor conciencia ambiental en las comunidades costeras deben ser componentes centrales de cualquier estrategia de desarrollo.

Como se ha dicho, el cultivo de algas es hoy una de las alternativas con mayor proyección para Chile. Y tal como identifica el análisis de este *policy paper*, enfrentamos importantes desafíos relacionados con una insuficiente conciencia ambiental y educativa sobre prácticas sostenibles, una desconexión persistente entre las comunidades costeras y sus recursos naturales, además de brechas significativas en el acceso y la transferencia de información útil para el desarrollo de la industria.

Para responder a estos retos, a través del trabajo de coproducción entre personas que pertenecen a la academia, sectores públicos, privados y de la sociedad civil, proponemos una serie de soluciones y sugerencias de políticas públicas. La experiencia internacional nos demuestra que los países que han apostado por políticas públicas sostenibles y resilientes han logrado potenciar sectores productivos con fuerte anclaje territorial, generando empleos de calidad e innovación social.

En un contexto nacional, el cultivo de algas representa una oportunidad estratégica no sólo para diversificar la matriz productiva y mitigar los impactos del cambio climático, sino también para motorizar el desarrollo de los territorios costeros de nuestro país y conectar saberes ancestrales con tecnologías emergentes.

Visualizamos que uno de los factores clave está en la articulación. Desde diversas áreas y territorios hemos propuesto un modelo de desarrollo inclusivo, sustentable y resiliente para la industria de algas. Apostar por esta visión significa situar a Chile en la senda de las naciones que lideran una transición azul, resiliente y equitativa.

Creemos firmemente que, si avanzamos en conjunto sumando capacidades, escuchando a las comunidades y promoviendo buenas prácticas, podremos transformar los desafíos en oportunidades concretas. Tenemos todo para lograrlo: una biodiversidad extraordinaria, territorio y compromiso, lo que posicionará a Chile como referente global en cultivo sostenible de algas y desarrollo territorial.

Acción con propósito

Chile se encuentra en una encrucijada estratégica, de continuar como un exportador de materias primas de algas, con un sector estancado y dependiente de la sobreexplotación de praderas naturales, o transformarse en un líder mundial de la bioeconomía azul de cara al 2050. Actualmente, el sector sufre de una regulación fragmentada, brechas críticas de conocimiento y tecnología, y una débil articulación entre sus actores. Esta situación impide capitalizar un mercado global en plena expansión, impulsado por la demanda de alimentos saludables, nuevas fuentes de proteínas y productos sostenibles.

Por eso, el objetivo principal de este proyecto, trabajado entre agosto del año 2024 hasta julio de 2025, fue impulsar el reconocimiento y utilización de las algas en Chile, promoviendo su valorización y consumo tanto nacional como internacional.

A través de la Mesa Algas y el futuro del mar se convocó a diversos actores –sector público, privado, academia y sociedad civil– para identificar obstáculos, proponer soluciones y comenzar a delinejar una hoja de ruta orientada a mejorar la eficiencia, sostenibilidad e inclusividad del cultivo de algas en Chile. El trabajo se construyó mediante una metodología participativa y sistémica, donde cada una de las submesas trabajó en forma independiente, consensuando los temas respectivos a su ámbito, bajo un mismo parámetro dado por la coordinación general.

Este proceso fue liderado por el académico Andrés Mansilla y la académica Pamela Fernández, como coordinadores generales, quienes acompañaron el trabajo de tres submesas: *Consumo y valoración*, *Desarrollo y cultivo*, y *Conservación, restauración y sostenibilidad* compuestas por 115 expertos y expertas, representantes de todo el territorio nacional. Estas submesas fueron lideradas por Sebastián Tobar Bachler, María Isabel Guerra y José Luis Aldunce Meyer (*Consumo y valoración*); Alejandra González V. y Cristian Bulboa (*Desarrollo y cultivo*), y Fadia Tala y Marcela Ávila (*Conservación, restauración y sostenibilidad*).

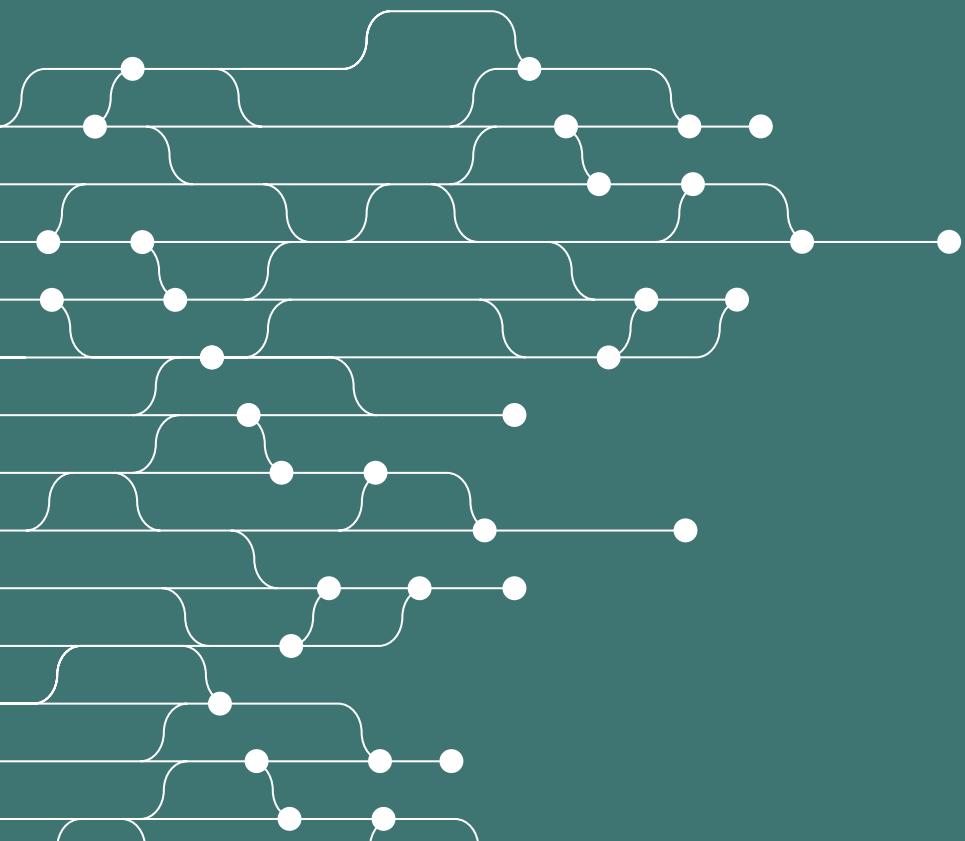
La metodología se basó en considerar los aportes a los distintos actores, exponer con honestidad los problemas y codiseñar soluciones, hasta alcanzar una visión común validada al interior de cada submesa, sus coordinadores generales y los expertos correspondientes, de acuerdo con su área de especialización. La participación efectiva no es un trámite, es la garantía de legitimidad y continuidad de esta hoja de ruta, donde irán sumándose nuevos actores y, sobre todo, las nuevas generaciones.

Uno de los primeros pasos fue lograr una mirada común. La visión país consensuada por la mesa para el año 2050 fue la de un Chile que ha consolidado una industria de algas innovadora, inclusiva y resiliente, basada en el cultivo sostenible y valorización de su biodiversidad nativa. Una industria que genera empleos de calidad en zonas costeras, capaz de fortalecer la seguridad alimentaria y contribuir activamente con los compromisos ambientales del país.

El trabajo se enfocó en la educación sobre sus beneficios, la exploración de nuevos mercados, y el desarrollo de un marco regulatorio que facilite su aprovechamiento sostenible, mientras se preservan los ecosistemas marinos. Todo bajo el propósito central de promover un desarrollo sostenible, innovador, participativo, inclusivo y resiliente del sector algal, para lo cual se definieron ejes transversales que orientaran soluciones y políticas públicas destinadas a fortalecer y proyectar la acuicultura de algas en el país.

Finalmente, las recomendaciones de las tres submesas se integraron en un documento preliminar revisado por el equipo coordinador. Tras su consolidación, se elaboró el presente documento, como una primera versión, con el objetivo de articular los aportes y definir una hoja de ruta para la acción. Con esto, la Mesa Algas y el futuro del mar cumple con el propósito fundamental de Proyecto Chile 2050: contribuir a políticas públicas sólidas, transversales y duraderas, capaces de anticipar transformaciones estructurales y posicionar a Chile como referente mundial desde el valor agregado de las algas.

III. EJES TRANSVERSALES Y OBJETIVOS DE LAS SUBMESAS



01.

Ejes transversales

Durante el trabajo de las mesas, se observaron seis ejes comunes, que para el análisis y estructura de este documento permiten abordar mejor el conjunto de recomendaciones, más allá de las especificidades de cada submesa. Ellos son:

Eje 1: Gobernanza, institucionalidad y marco normativo

Base habilitante institucional para todas las demás medidas, que busca crear un Marco Legal único e integral para la actividad algal. Se deben implementar regulaciones de buenas prácticas, fiscalización y trazabilidad reforzada, sancionando eficazmente a quienes vulneran las disposiciones vigentes. Se requiere establecer un sistema adaptativo de gestión normativa y proteger ecosistemas algales mediante evaluación ambiental obligatoria, implementando también un Plan Nacional de zonificación¹⁷ marina y desarrollo de infraestructura.

Eje 2: Ciencia, tecnología e innovación aplicada

Fortalecer la base científica y tecnológica que permita escalar la industria con criterios de sustentabilidad y eficiencia. Busca potenciar el financiamiento y la investigación aplicada (I+D+i+e) para desarrollar nuevos productos con valor agregado e insertarlos en mercados internacionales. Se requiere diseñar una Política Nacional de fomento a la I+D+i+e y crear infraestructura estratégica, financiando la construcción de hatcheries, centros de biotecnología y experimentales. Además, es crucial gestionar el conocimiento y la tecnología a través de plataformas abiertas.

Eje 3: Formación, educación y capital humano

Reconocer que el capital humano especializado y la cultura del mar son condiciones indispensables para consolidar la economía de las algas. Se deben implementar Programas Nacionales de

¹⁷ En la mesa se trató especialmente la heterogeneidad espacial de Chile y sus recursos en relación a la zonificación.



capacitación y formación técnica especializada, priorizando tecnologías limpias y eficiencia. Es necesario fomentar la valorización cultural, nutricional y comercial de las algas, recopilando recetas tradicionales. Finalmente, se deben integrar las algas en el currículo educativo nacional y programas de educación marina comunitarios, generando mayor visibilidad de la ecología marina en las actividades del mes del mar.

Eje 4: Sustentabilidad ecológica, conservación y restauración

Asegurar que el desarrollo productivo sea compatible con la protección de los ecosistemas marinos y costeros. Busca integrar la valoración de servicios ecosistémicos (captura de carbono y soporte a la biodiversidad) en la planificación del cultivo de algas. Se propone desarrollar e implementar tecnologías y herramientas para la medición del impacto de la restauración, optimizando alternativas tecnológicas y métodos para la conservación, e incorporando indicadores económicos y sociales en la evaluación de los efectos.

Eje 5: Desarrollo productivo, diversificación y mercado

Impulsar la competitividad económica de las algas como motor de desarrollo territorial sostenible. Requiere modernizar la gestión sectorial territorial con procedimientos eficientes. Se debe articular una estrategia nacional para posicionar a Chile como líder en bioeconomía azul al 2050, diseñando estrategias de marketing y certificación de calidad para mercados globales. Esto se complementa al fomentar el consumo institucional y la compra sostenible, impulsar la sostenibilidad energética y canales de comercialización digitales.

Eje 6: Cooperación territorial y articulación multiactor

Sustentar la gobernanza colaborativa y el carácter participativo del desarrollo del sector. Propone establecer mecanismos legales y financieros para la colaboración público-privada-academia y la transferencia tecnológica. Se busca fortalecer la gobernanza mediante nodos regionales y la creación de un órgano coordinador sectorial, estableciendo un comité asesor interinstitucional. Además, se debe diseñar e implementar una estrategia nacional de financiamiento y transferencia de conocimiento (AlgaHub Chile) que articule saberes locales.

02.

Objetivos de las submesas

Para alcanzar los objetivos propuestos, con visión de largo plazo, la Mesa Algas y el futuro del mar no se limitó a un enfoque productivo o ambiental, sino que propuso un modelo de desarrollo azul integrado, donde la sostenibilidad ecológica, la innovación tecnológica, la gobernanza institucional y la cohesión territorial se entrelazan como pilares fundamentales para el futuro de las algas chilenas.

Con ese propósito, a continuación se desglosan los objetivos e información relevante que contempló el trabajo de cada una de las submesas:

SUBMESA 1**CONSUMO Y VALORIZACIÓN****Objetivo general**

Valorar y difundir el uso sostenible de las algas comestibles y sus distintas aplicaciones en Chile, enfocado en aspectos nutricionales, normativos y de innovación.

Alcances

- **Identificar** especies de algas con potencial comercial, sus posibles usos y mercados nacionales e internacionales, con un enfoque sustentable.
- **Caracterizar** las brechas asociadas a la regulación, consumo y comercio de algas en Chile.
- **Diseñar e implementar** herramientas de fomento al consumo de algas como alimento y sus derivados.
- **Promover** la educación y valorización del consumo de algas, buscando aumentar la conciencia pública sobre sus beneficios y usos, a través de la articulación de actores claves (públicos y privados).

SUBMESA 2**DESARROLLO Y CULTIVO****Objetivo general**

Detectar los obstáculos para el desarrollo del sector del cultivo de algas, proponer soluciones y establecer una hoja de ruta para su implementación; mejorar la eficiencia, sostenibilidad e inclusividad del cultivo de algas en Chile.

Alcances

- **Fortalecer** la gestión sostenible de los recursos algales naturales y la protección de los ecosistemas asociados, a través de la investigación y monitoreo de la biodiversidad, criterios para el manejo responsable y la reducción de brechas en el conocimiento ecológico, garantizando la conservación de los servicios ecosistémicos y resiliencia de los sistemas naturales.
- **Impulsar** el desarrollo y adopción de tecnologías innovadoras orientadas al cultivo eficiente y sostenible de algas; promover la investigación aplicada, la generación de soluciones que optimicen la producción, la trazabilidad, la calidad y la diversificación de productos y la transferencia tecnológica, asegurando la competitividad nacional e internacional del sector.
- **Diseñar e implementar** estrategias para la formación, capacitación y profesionalización del capital humano en la acuicultura de algas, fomentando la transferencia de conocimiento y tecnología. Se priorizará la participación activa, inclusiva y resiliente de todas las comunidades y actores sociales vinculados al sector, con el fin de fortalecer la cadena de valor, promover la equidad de género y mejorar el acceso a mercados internos y externos.
- **Desarrollar y consolidar** un marco legal e institucional específico, moderno y participativo para el cultivo de algas, garantizando la coherencia y eficacia de los procedimientos administrativos; que optimice la coordinación interinstitucional y establezca mecanismos de evaluación continua de la efectividad de las políticas públicas, favoreciendo un crecimiento sostenible, inclusivo e innovador del sector.

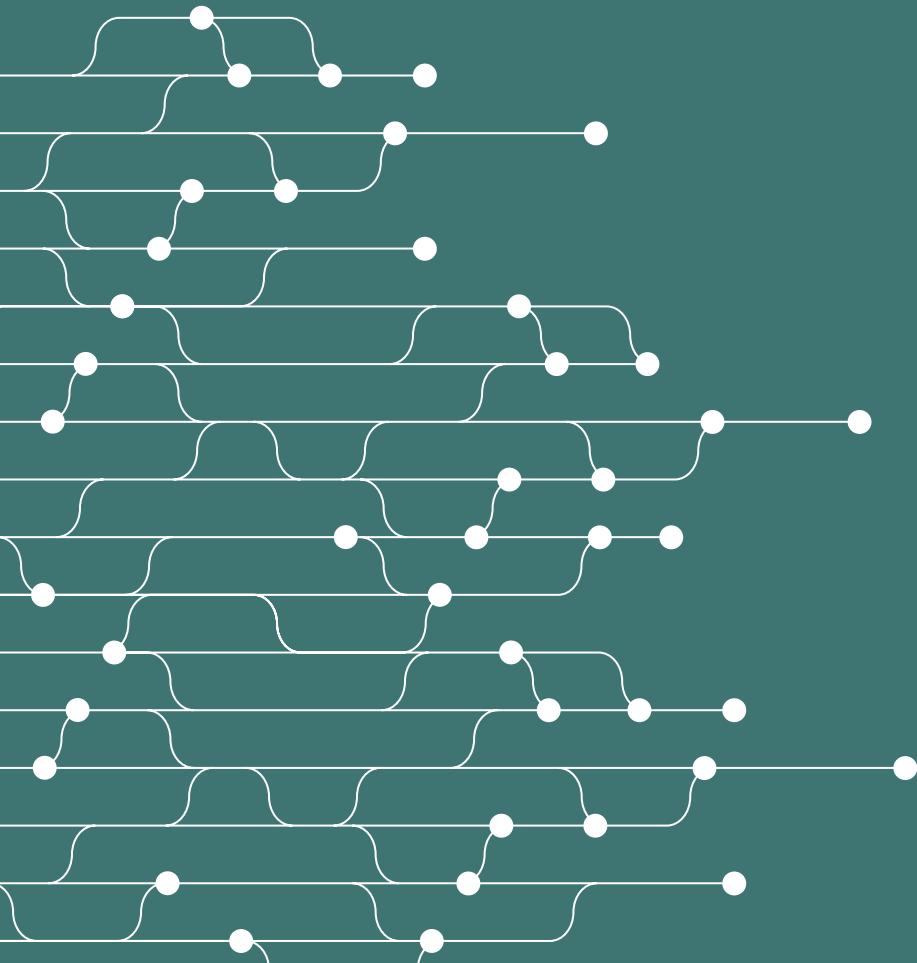
SUBMESA 3**CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y SOSTENIBILIDAD****Objetivo general**

Establecer y fortalecer las normativas y regulaciones para el cultivo y manejo de algas, abordando aspectos críticos como los requisitos para iniciar cultivos y las normas internacionales sobre metales pesados. Promover la implementación de programas de desarrollo sostenible, en colaboración con las comunidades costeras, enfatizando la conservación y restauración ecológica mediante el uso de algas, y el reconocimiento de sus servicios ecosistémicos. Mejorar los mecanismos de fiscalización, fortaleciendo la capacidad de las diversas entidades a cargo para supervisar efectivamente el sector.

Alcances

- **Identificar** brechas y desafíos de la normativa y regulación para la conservación y restauración.
- **Identificar y promover** instrumentos para el financiamiento de acciones de uso sostenible, conservación y restauración de algas en Chile.
- **Abordar** los desafíos biológicos y ecológicos para fortalecer acciones de conservación y restauración.
- **Abordar** los desafíos tecnológicos y de transferencia para fortalecer acciones de conservación y restauración.

IV. DIAGNÓSTICO: ¿DESDE DÓNDE PARTIMOS?



Chile, con una de las costas más extensas del mundo y una notable diversidad de macroalgas, posee un potencial algal extraordinario que hoy está subdesarrollado. El país aporta apenas el 0,3% de la producción mundial, y su modelo se encuentra anclado en el pasado: el 99% de su biomasa proviene de la extracción de praderas naturales, mientras la acuicultura, estancada desde 2010, representa una fracción mínima y se concentra en una sola especie cultivada comercialmente, *Gracilaria chilensis*.

Para iniciar este diagnóstico, se realizó un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas (FODA), el que se complementa con las diversas insuficiencias y las brechas interconectadas que afectan el desarrollo del sector algal chileno.

A) ANÁLISIS FODA DEL SISTEMA ACTUAL DE ALGAS EN CHILE

FIGURA 1

FODA DE LA CADENA DE VALOR DE LAS ALGAS EN CHILE

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>1. Sostenibilidad ambiental: pueden absorber CO₂, mejorar la calidad del agua y la salud del ecosistema marino.</p>	<p>1. Demanda de alimentos sostenibles: aumento de fuentes de proteínas sostenibles y saludables.</p>
<p>2. Diversificación de productos: su cultivo permite la producción de una variedad de productos, como alimentos, suplementos nutricionales, cosméticos y biocombustibles.</p>	<p>2. Incentivos gubernamentales: posibilidad de acceder a financiamiento y subsidios gubernamentales para proyectos de acuicultura sostenible.</p>
<p>3. Bajo requerimiento de recursos: necesitan menos tierra, agua y fertilizantes que la agricultura convencional.</p>	<p>3. Investigación e innovación: colaboración con instituciones académicas y de investigación para desarrollar nuevas aplicaciones y tecnologías para su cultivo.</p>
<p>4. Innovación y tecnología: avances en tecnología permiten mejorar los métodos de cultivo, procesamiento y comercialización.</p>	<p>4. Expansión de mercados: existe una creciente demanda global de productos, impulsada por tendencias en salud y sostenibilidad que genera un potencial para ingresar a nuevos mercados, incluidos los internacionales, especialmente para productos especializados y de valor agregado.</p>
	<p>5. Educación y conciencia social: crecimiento en la conciencia pública sobre los beneficios de las algas y su importancia en la salud y el medioambiente.</p>
	<p>6. Inclusión, equitatividad: acceso a trabajo y salarios justos.</p>

Elaboración propia, realizado por la submesa de *Desarrollo y cultivo*.

DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>1. Desconocimiento del sector: falta de conocimiento y experiencia en la producción y comercialización entre algunos productores y consumidores.</p>	<p>1. Competencia internacional: presencia de productores en mercados internacionales que pueden ofrecer precios más bajos o productos de mayor calidad.</p>
<p>2. Dependencia de financiamiento y apoyo gubernamental: falta de diversificación en financiamiento, que genera vulnerabilidad ante fluctuaciones económicas y cambios de política.</p>	<p>2. Cambio climático: efectos adversos del cambio climático que pueden alterar los ecosistemas marinos y afectar la producción de algas.</p>
<p>3. Infraestructura insuficiente: limitaciones en procesamiento y comercialización, que puedan afectar la calidad y competitividad de los productos.</p>	<p>3. Erosión de hábitats naturales: actividades humanas como la contaminación y el desarrollo costero que pueden amenazar el hábitat necesario para su cultivo.</p>
<p>4. Barreras regulatorias: requisitos legales y normativos que pueden ser complejos y desincentivar a nuevos inversores.</p>	<p>4. Fluctuaciones del mercado: cambios en la demanda y precios de productos de algas que pueden afectar la rentabilidad del cultivo.</p>
<p>5. Vulnerabilidad climática: sensibilidad a factores ambientales como cambios de temperatura y salinidad que pueden afectar el crecimiento de las algas.</p>	<p>5. Percepciones negativas: dudas sobre seguridad y calidad de los productos que pueden limitar su aceptación en algunos mercados.</p>
<p>6. Tecnología y RRHH: bajo desarrollo de tecnologías probadas en ambientes relevantes y ausencia de mano de obra calificada.</p>	<p>6. Participación e inclusión: comunidades aisladas o vulnerables.</p>

B) BRECHAS DETECTADAS EN LA MESA¹⁸

01. Identificación de las insuficiencias del marco de políticas públicas actual

1.1 Marco regulatorio fragmentado, sin coherencia y coordinación: al interior de la mesa se destacó que la regulación del sector está dispersa en múltiples ministerios y servicios (como Economía, Salud, Medio Ambiente y Agricultura), sin una visión unificada. Esta estructura genera vacíos, superposiciones, y una carga administrativa que desincentiva la inversión. La fragmentación normativa entre múltiples organismos (como SUBPESCA, SERNAPESCA, Ministerio de Salud y el SAG) genera ineficiencias y vacíos legales. La separación institucional entre la acuicultura (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo) y la agricultura (Ministerio de Agricultura) dificulta una visión sistémica agroalimentaria.

¹⁸ **Nota metodológica:** Las brechas presentadas en este apartado constituyen una síntesis transversal construida a partir del análisis desarrollado por las tres submesas, cada una de las cuales las abordó desde su propio objetivo y alcance, tal como fue establecido en los capítulos anteriores. Si bien cada submesa identificó y discutió estos desafíos de forma autónoma, su integración posterior –realizada en conjunto con la edición y la coordinación general– permite ofrecer una lectura unificada del diagnóstico, destacando aquellos elementos comunes que estructuran las principales tensiones del sector. En los capítulos siguientes, estas brechas se retoman para presentar las soluciones y recomendaciones organizadas por ejes, dando continuidad lógica al proceso de trabajo colectivo.

1.1.1. Rígidez administrativa: el sistema actual de concesiones para el cultivo de algas se caracteriza por su rigidez y complejidad, con trámites prolongados y la intervención de múltiples organismos con escasa coordinación. Esta situación desincentiva la innovación y la experimentación en el sector. La falta de leyes y directrices claras específicas para el cultivo de algas, junto con una débil fiscalización, obstaculiza el desarrollo científico y técnico a escala experimental, así como su escalabilidad y producción masiva. Esto no sólo limita el crecimiento del sector, sino que también puede dar lugar a prácticas que dañen el ecosistema, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proveen estos cultivos.

1.2. Ausencia de un marco legal específico: el avance del sector alquero y su industria en Chile –incluyendo cultivo, cadena de valor y comercialización– se ve limitado por la ausencia de un marco legal eficaz y más específico que regule y fomente la acuicultura de estos organismos, lo que dificulta tanto el incentivo como la estandarización de prácticas y procedimientos adecuados. Además, el marco normativo vigente no contempla las distintas escalas de producción, industrial, comercial y artesanal, generando ineficiencias y vacíos regulatorios. Al no existir un cuerpo legal que responda eficazmente a las particularidades de la acuicultura de algas en Chile, se aplican normativas de pesca extractiva o de acuicultura de peces rígidas, que no se ajustan a las diferentes escalas productivas (artesanal a industrial) ni a la necesidad de experimentación.

La ausencia de ley específica y régimen de concesiones impide la innovación, pilotaje y escalamiento con resguardo ambiental. Existen mecanismos de coproducción con comunidades poco institucionalizadas y las capacidades locales para conservación, reboque y producción son débiles.

1.3. Arquitectura de gobernanza inestable con débil enfoque participativo multiactor: prevalecen “ventanillas” y programas dispersos sin rendición de cuentas integradas en los procesos de gestión.

1.4. Ausencia de un “lenguaje común” entre marcos regulatorios y sanitarios: tanto en clasificaciones, bioseguridad como estadísticas, que habilite acceso a mercados y ordene el fomento del consumo interno. Existen fondos y herramientas operando de

forma aislada, sin plataforma sectorial ni trazabilidad sistemática de resultados ambientales, sociales y productivos.

1.5. Política reactiva y carente de visión de futuro: la política se ha enfocado en administrar la extracción del recurso existente, sin una estrategia que dé respuesta proactiva para construir una nueva industria basada en el cultivo, la ciencia y la innovación. Deja fuera de la ecuación el valor de los servicios ecosistémicos y el potencial de la bioeconomía. Entre las carencias detectadas, se encuentran la falta de un catastro y repositorio públicos operativos de tecnologías y equipamiento con reglas de acceso y métricas de transferencia, como la de sistemas regulares de monitoreo, digitalización de trámites y criterios de zonificación que internalicen servicios ecosistémicos.

1.6. Déficit de educación ambiental y promoción de prácticas sostenibles: se percibe desconexión entre las comunidades y los recursos naturales, y desafíos en la comunicación de información.

02.

Brecha regulatoria en la calidad e inocuidad de las algas destinadas al consumo humano

Actualmente no existe en Chile una regulación clara ni específica que defina los criterios de calidad para las algas destinadas al consumo humano, lo que genera vacíos normativos especialmente en el mercado interno. Si bien existen procedimientos sanitarios¹⁹, estos son limitados y no consideran la diversidad de especies, formatos ni prácticas tradicionales de comercialización.

En el caso de algas importadas, la verificación inicial está a cargo de SERNAPESCA, y posteriormente de la autoridad sanitaria si se utilizan como insumo alimentario. Sin embargo, las algas de origen nacional, como el cochayuyo, no cuentan con una regulación que defina estándares mínimos para su venta directa. Esta ausencia de normativa específica impide establecer parámetros de calidad, trazabilidad o uso permitido, afectando tanto la inocuidad como el desarrollo comercial del sector. Además, deja sin herramientas a los recolectores y pequeños comercializadores que tradicionalmente han operado en condiciones informales.

Se requiere avanzar en una regulación diferenciada para productos nacionales e importados, que permita establecer exigencias claras y proporcionales, integrando a los actores tradicionales del rubro y asegurando condiciones mínimas de calidad y seguridad para el consumidor.

¹⁹ Como los regulados por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA), Decreto N° 977 de 1996.

03.

Problemas en trazabilidad de algas en etapas intermedias y circuitos informales

Existe una importante brecha en la trazabilidad durante las etapas intermedias del proceso productivo y en los circuitos informales. Aunque la trazabilidad está regulada en fases como la extracción formal y el procesamiento industrial orientado a la exportación, se pierde en los momentos intermedios, especialmente cuando las algas se comercializan en estado natural o semiprocesado en ferias libres, puntos de venta informales o en productos elaborados sin regulación efectiva. Esta discontinuidad afecta tanto a la trazabilidad sanitaria como a la identificación del origen del producto.

En contraste con las exigencias internacionales, donde la trazabilidad está garantizada mediante certificaciones, inspecciones y documentación desde el país de origen, el mercado interno carece de mecanismos robustos para asegurar el control sanitario y la identificación de las algas que circulan localmente. Si bien algunas empresas mantienen registros hasta la recepción de materias primas como harina de cochayuyo, el sistema deja de rastrear el insumo una vez que este se transforma en productos finales (como el pan), y la trazabilidad se enfoca exclusivamente en el nuevo producto. Esta fragmentación institucional, donde SERNAPESCA regula la extracción y las SEREMI de Salud intervienen en etapas posteriores, impide una trazabilidad continua y coordinada.

Se requiere desarrollar mecanismos normativos y tecnológicos para extender la trazabilidad más allá de la extracción, fortalecer la coordinación entre entidades, revisar marcos de rotulación y diseñar estrategias diferenciadas de fiscalización que incorporen al comercio informal sin criminalizar a los recolectores artesanales.

04.

Déficit de trazabilidad y formalización de recursos marinos en las cadenas productivas

La falta de trazabilidad se agrava en el caso de los recursos marinos recolectados por actores no formalizados, especialmente los recolectores artesanales de orilla no inscritos en registros oficiales. Mientras que los procesos regulados cuentan con manuales y exigencias claras de trazabilidad desde áreas de manejo autorizadas hasta el procesamiento industrial, esta estructura se rompe completamente en los casos de comercialización informal directa.

Los productos extraídos por recolectores no inscritos –frecuentes en zonas costeras– no cuentan con mecanismos para verificar su origen, condiciones sanitarias ni cumplimiento con normativas pesqueras, generando incertidumbre respecto a su inocuidad alimentaria, especialmente ante riesgos como la presencia de metales pesados. Esta brecha compromete la seguridad del consumidor, debilita el control regulatorio –al no estar claro qué entidad debe fiscalizar la actividad–, y afecta la sostenibilidad del recurso, ya que estas extracciones no se incluyen en las estadísticas oficiales de manejo pesquero.

Resulta urgente establecer un marco normativo o reglamentario flexible que permita identificar y eventualmente registrar a estos recolectores, asignar competencias claras a las autoridades fiscalizadoras, y diseñar un sistema de trazabilidad adaptado a circuitos artesanales y locales, sin desincentivar su actividad, pero promoviendo estándares mínimos de calidad, sanidad y responsabilidad ambiental.

05.

Ausencia de regulación para venta en mercado interno minorista (resolución sanitaria)

En el mercado interno chileno existe una ausencia de regulación específica y efectiva para la comercialización de algas, particularmente en lo que respecta a requisitos sanitarios, trazabilidad y estándares técnicos aplicables a su venta en canales minoristas. Aunque normativas como el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA)²⁰ establecen ciertos requerimientos para salas de elaboración y rotulación de productos procesados, estas disposiciones no siempre se cumplen en el comercio informal o en puntos de venta ubicados en caletas de pescadores sin autorización sanitaria, donde no se garantiza la trazabilidad ni se fiscalizan adecuadamente las condiciones de venta.

Además, la fiscalización y aplicación de la normativa sanitaria está descentralizada en las SEREMI de Salud regionales, lo que provoca diferencias en los criterios de exigencia y supervisión según el territorio. En casos donde no existen estándares nacionales específicos –como límites de metales pesados en ciertas especies de algas–, se recurre a normativas internacionales, como las europeas o japonesas, que no necesariamente se ajustan a las características de las especies endémicas chilenas, generando incertidumbre para los productores y para la autoridad sanitaria.

Esta falta de claridad normativa debilita la confianza en el consumo interno de algas, limita su potencial de desarrollo en la cadena alimentaria nacional y dificulta una fiscalización efectiva. Es necesario establecer una regulación clara, coherente y adaptada al contexto nacional, con indicadores sanitarios específicos para las especies locales, junto con mecanismos de acompañamiento técnico a productores y recolectores que les permitan cumplir con las exigencias sanitarias sin quedar excluidos del mercado formal.

²⁰ Reglamento Sanitario de los Alimentos – Actualización 14 enero 2025. Decreto 20. <https://bcn.cl/24kps>

06.

Brechas normativas y ausencia de enfoques regionales en la gestión de los recursos algales

La normativa existente en las diferentes regiones del país no considera las diferencias y características particulares de los ecosistemas y poblaciones de algas que intenta regular. Por eso, se requiere generar normativa para la conservación, repoblamiento, restauración y explotación sostenible de algas que reconozca claramente las características particulares, y muchas veces únicas, de los ecosistemas y poblaciones de algas.

Se necesitan normativas específicas para territorios y regiones basadas en conocimiento científico, y no necesariamente que sean siempre aplicadas a nivel nacional.

07.

Ausencia de reconocimiento de las algas como organismos bioingenieros fundacionales de los ecosistemas marinos

Como constructoras y modificadoras de su entorno, las algas crean hábitats para otros organismos. Aunque Chile alberga una de las floras marinas más diversas del planeta y concentra más del 40% de las especies de macroalgas del hemisferio sur, no existe un reconocimiento formal, normativo ni simbólico de su papel como organismos bioingenieros y fundacionales de los ecosistemas marinos. Este reconocimiento debe considerar la implementación de sanciones especiales respecto de su daño y extracción ilegal, entre otras prácticas que atenten contra su protección.

08.

Falta de tipificación y sanciones específicas para acciones de daño, hurto o destrucción de acciones de restauración de ecosistemas y repoblamiento

Aunque en la Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley N° 18.892)²¹, la de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300)²² y la más reciente de Delitos Económicos (Ley N° 21.595)²³ existen medidas para sancionar a los responsables de acciones que dañen los ecosistemas (como por ejemplo, el artículo 310 de esta última), no hay una tipificación clara para aquellos casos en que un ecosistema ya dañado, y que esté en proceso de restauración o repoblamiento, sea afectado directamente por acciones de terceros.

²¹ Ley N° 18.892: Ley general de pesca y acuicultura, refundida por Decreto 430, Economía, Fomento y Reconstrucción.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=13315>

²² Ley N° 19.300: Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>

²³ Ley N° 21.595: Ley de delitos económicos.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1195119>

09.

Problemas de coordinación entre usuarios

9.1. Falta potenciar alianzas entre sector empresarial y pesquero artesanal: para realizar programas de conservación y repoblamiento.

9.2. Desconocimiento de los servicios del Estado: de parte de los involucrados y los que pueden contribuir con información al Sistema de Información e Inversión Territorial-Chile Indica, fortaleciendo a la articulación (por ejemplo, cambio climático).

9.3. Escasez de programas de divulgación: que fortalezcan la visualización de la importancia de las algas en programas de conservación y restauración de largo plazo.

9.4. Deficiente educación: en diferentes organismos e instancias sobre el beneficio de la conservación y restauración de algas.

9.5. Insuficiente fomento a la colaboración y coordinación público-privada: sobre todo en la conservación y restauración de algas.

9.6. Poca claridad: respecto de qué variedad y cuánto se busca restaurar por macrozona.

10.

Problemas de financiamiento para fiscalización de normativa para el uso sostenible, la conservación y restauración de algas

En Chile, existe un déficit de financiamiento para fiscalizar el cumplimiento de las normativas que regulan el uso sostenible, conservación y restauración de algas. Esto incluye recursos insuficientes para la trazabilidad de la materia prima y productos derivados, así como para el control y sanción de actividades ilegales.

Además, se requieren fondos para capacitar a actores clave como fiscalizadores, Armada, Carabineros, funcionarios municipales y tribunales, para mejorar su comprensión sobre la importancia ecológica y económica de las algas, y su rol en la adaptación al cambio climático. Esta falta de recursos limita la efectividad de las medidas de control y disminuye la capacidad de sancionar adecuadamente las infracciones, comprometiendo la sostenibilidad de los esfuerzos de conservación. Básicamente, se traduce en los siguientes problemas de falta de financiamiento para:

10.1. Programas a largo plazo: que permitan la evaluación de stock de algas.

10.2. Implementar estrategias de conservación/restauración y el seguimiento de su impacto: acciones replicables en el espacio y tiempo.

10.3. Fiscalización de la normativa: trazabilidad e ilegalidad.

10.4. Difundir conocimiento e información: proveniente de instituciones como Carabineros y Tribunales de Justicia.

11.

Revisión y recomendaciones para la Ley de bonificación al cultivo y repoblamiento de algas en Chile

Se requiere un análisis profundo de cuán efectiva ha sido la implementación de la ley para fomentar el cultivo y repoblamiento de macroalgas nativas así como de la diversificación de recursos, que conlleven a mejoras en la aplicación de la ley y los proyectos que se desarrollan.

La Ley N° 20.925, promulgada en junio de 2016, estableció un sistema de bonificaciones para incentivar el cultivo y repoblamiento de algas marinas nativas en Chile, buscando aumentar la biomasa disponible de estos recursos, esenciales a nivel ecológico, social y económico. Aun así, tras casi una década de aplicación, la ley muestra una brecha significativa entre su espíritu y su operación real²⁴.

Una evaluación preliminar revela que los resultados están por debajo de los objetivos planteados, ya que disminuyó la biomasa cultivada de la *Gracilaria chilensis* (pelillo), dejando de lado otras especies nativas debido a desafíos técnicos y administrativos. Además, se observa una falta de fiscalización, malas prácticas por parte de algunos beneficiarios y un desinterés generalizado en lograr los resultados esperados. Por lo tanto, se hace urgente una revisión integral de la ley cuya intención y buena aplicación son esenciales para el desarrollo del cultivo de algas en Chile.

En esta revisión se deben considerar las siguientes brechas:

²⁴ La Ley 20.925 establece: "La bonificación estará destinada a quienes ejecuten proyectos que tengan un impacto positivo en el repoblamiento o cultivo exclusivamente de macroalgas marinas nativas."

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1091690>

11.1. Enfoque limitado: la ley se ha aplicado en la *Gracilaria chilensis* y en pescadores artesanales, excluyendo a otros actores relevantes como acuicultores, emprendedores y empresas.

11.2. Resultados insuficientes: no se ha logrado la sostenibilidad económica, laboral, ambiental y biológica esperada para el sector. Los resultados de la ley han sido por debajo de sus objetivos y expectativas.

11.3. Falta de apoyo integral: INDESPA²⁵ ha cumplido parcialmente las expectativas esperadas, limitándose a la administración de fondos. Es esencial que esta u otra institución otorgue transferencia tecnológica, capacitación e investigación.

²⁵ Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (INDESPA).

12.

Dificultad en tramitación de medidas regulatorias para recursos algales en riesgo de sobreexplotación

La solicitud y tramitación de medidas regulatorias para recursos algales en riesgo de sobreexplotación es considerada poco expedita y lenta. En los comités locales deciden sobre la gestión de vedas dirigentes de la pesca artesanal con poco conocimiento acerca de los aspectos reproductivos y biológicos de los recursos.

SUBPESCA es la responsable de establecer las vedas extractivas²⁶, que son períodos en los que se prohíbe o restringe la pesca y extracción de ciertas especies. Para esto, realiza un informe técnico basado en información científica y lo comunica a los comités científicos técnicos de cada recurso, los que evalúan la propuesta, para que alerten sobre el agotamiento o problemas de reproducción de recursos algales en riesgo de sobreexplotación²⁷.

²⁶ La duración de una veda puede ser inicialmente hasta dos años y, en caso de renovación, se establece el período determinado. En algunos casos, las vedas biológicas, que tienen como objetivo proteger la reproducción o el reclutamiento de especies, pueden ser suspendidas en función de los resultados proporcionados por el Instituto de Fomento Pesquero. La Subpesca también tiene la facultad de establecer vedas extractivas por área geográfica o por sexo de la especie, dependiendo de las necesidades de conservación. Las vedas son fundamentales para la gestión sostenible de los recursos pesqueros y la protección de la biodiversidad marina.

²⁷ Se elaboran informes técnicos detallados que fundamentan la necesidad de veda. Esta información se comunica a los comités científicos técnicos, los que evalúan la propuesta y emiten un dictamen. Si ellos aprueban la veda, SUBPESCA lo publica en el Diario Oficial y se hace efectiva en las zonas y para las especies o sexos que se determinen. El Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) es el encargado de controlar y fiscalizar su cumplimiento.

13.

Brechas tecnológicas y de innovación

El sector presenta una baja madurez tecnológica (TRL, Technology Readiness Level) y de innovación en el cultivo de especies nativas de interés comercial. Se percibe un déficit crítico en la producción de “semillas” de calidad, y de infraestructura para I+D y su escalamiento. Las exportaciones se concentran en materias primas de bajo procesamiento, con un valor agregado mínimo, principalmente para los pescadores de orilla.

Estas deficiencias van desde aspectos biológicos (como fue mencionado en el apartado anterior; fisiología, genética, ciclos de vida y reproducción, entre otros, de especies de potencial interés acuícola) hasta productivos.

Han pasado décadas sin avances significativos y cualquier incursión productiva y comercial tiene implícito enormes riesgos operativos, generando una dependencia de métodos manuales ineficientes y costosos, así como de tecnologías obsoletas en el procesamiento, que resultan en alto consumo energético y generación de residuos.

Por otro lado, experiencias locales muestran que los métodos actuales para la extracción de compuestos de alto valor comercial son bien conocidos y desarrollados en el ámbito académico, pero de baja aplicabilidad en la industria, y por ahora con una baja posibilidad de aplicación comercial, desaprovechando el potencial de valor agregado.

13.1. Limitaciones en infraestructura y recursos destinados a investigación y escalamiento: un elemento clave para la viabilidad de la industria es la selección de sitios para cultivos, que se realiza de forma ineficiente, a menudo sin considerar variables ambientales clave o metodologías adecuadas para identificar zonas óptimas. Esta subutilización de áreas con alto potencial se ve agravada por la insuficiente colaboración entre instituciones

académicas, el sector privado y las comunidades locales, situación destacada en el trabajo de la submesa de Desarrollo y Cultivo por diferentes actores del sector alguero, lo que limita la transferencia efectiva de conocimientos y tecnologías.

13.2. Difícil integración de tecnologías de energía renovable en las instalaciones de cultivo y procesamiento: esto se produce debido a los altos costos iniciales, la falta de conocimiento técnico y la experiencia limitada de los productores.

13.3. Se requiere identificar tecnologías, nivel de protección y capacidades instaladas en el país, que puedan ser transferidas y aprovechadas por los usuarios: contar con un catastro a nivel nacional de las tecnologías, capacidades humanas y de infraestructura existente para fortalecer las acciones de conservación y restauración en algas. En aquellas tecnologías con alguna estrategia de protección (como patentes de propiedad industrial, entre otras) se requiere identificar los modelos de transferencia disponibles para los usuarios. Esto permitirá dar accesibilidad a protocolos de trabajo, los cuales han sido desarrollados por entidades expertas (instituciones públicas y privadas).

13.4. Desarrollar herramientas tecnológicas que permitan la evaluación y el seguimiento de las acciones de conservación y restauración: actualmente no existe un sistema estandarizado que permita realizar una evaluación de impacto de las acciones de conservación y restauración de algas en el tiempo. Esto impide determinar el nivel de efectividad de dichas acciones, considerando además la diversidad de especies, su distribución geográfica y medidas de administración vigentes.

13.5. Es urgente escalar y replicar tecnologías, métodos de conservación y restauración en diferentes ambientes y zonas geográficas, que consideren las particularidades de sus especies e incorporen el conocimiento local: si bien existen tecnologías y métodos aplicados a diferentes especies, estos han sido realizados en el marco de proyectos a pequeña escala y en zonas geográficas limitadas. Además, se requiere el desarrollo y validación de otras técnicas. Faltan indicadores que evalúen el éxito de las acciones y estudios de factibilidad técnica-económica.

14.

Brechas de mercado y comercialización

Persisten barreras no arancelarias, como la clasificación de *Novel Food* en la Unión Europea para especies como el cochayuyo, que limitan la exportación debido a información insuficiente, aportada desde nuestras propias instituciones hacia el exterior. Esto se refleja en la falta de estrategias de marketing efectivas y estudios de mercado para posicionar los productos chilenos en segmentos de alto valor.

14.1. Barreras no arancelarias para la exportación (especialmente de cochayuyo a la Unión Europea): la principal barrera no arancelaria es la no clasificación de las algas chilenas como “*Novel Food*” en Europa, lo que limita su exportación. También existen desafíos en bioseguridad debido a la falta de profesionalización reciente del procesamiento de algas en el país.

14.2. Disponibilidad y masificación de información del valor nutricional que dificulta el posicionamiento, además de agentes tóxico/patógenos que pudieran influir en aspectos de inocuidad alimentaria: la falta de acceso a información nutricional clara dificulta el posicionamiento de las algas²⁸. Se deben generar estrategias de difusión y validación científica para mejorar su percepción. También es relevante conocer los niveles de metales pesados (arsénico, cadmio, plomo y mercurio) y coliformes fecales. Este análisis es primordial para que el consumidor final no solamente conozca las bondades de los productos de algas de consumo humano, sino también, tenga la confianza que estos no causarán daño a la salud.

²⁸ Todas las especies de macroalgas de importancia comercial se pueden ver en el póster “Algas de Importancia Comercial para Chile”. https://www.algalab.com/01NewPoster_subpesca-algalabJPG_HQ.jpg

14.3. Ausencia de estrategias de marketing y difusión efectivas: no existen suficientes campañas de marketing estructuradas para promover estos productos en mercados internacionales. Se necesita diseñar estrategias específicas para distintos públicos y mercados.

14.4. Necesidad de análisis nutricional obligatorio para *benchmark* con mercados internacionales: la ausencia de un análisis nutricional estandarizado impide comparar los productos con la competencia global. Es fundamental establecer estándares de referencia para facilitar la internacionalización. No se cuenta con datos precisos y actualizados sobre la demanda, lo que dificulta ajustar los volúmenes de producción y características del producto. Se identifica la necesidad de estudios de mercado más detallados.

15.

Brecha de conocimiento y valorización

Existe un profundo desconocimiento ciudadano sobre las propiedades, beneficios y formas de preparación de las algas que limita el consumo interno. Las nuevas generaciones muestran una escasa conexión cultural con su consumo. No existen datos sistematizados ni de acceso público sobre la composición nutricional y riesgos sanitarios (por ejemplo, metales pesados) de las especies chilenas.

15.1. Necesidad de establecer recomendación de consumo: no existen recomendaciones oficiales claras sobre el consumo de algas, ni en términos de porciones sugeridas ni respecto a los riesgos potenciales asociados a ciertos componentes, como el yodo o los metales pesados. Esto impide promover su consumo de forma segura, informada y preventiva dentro de la dieta de la población. Si bien algunos países han establecido límites de ingesta para ciertos elementos, en el caso chileno se ha recurrido a normativas internacionales –principalmente europeas o asiáticas– como referencia técnica. Estas directrices no siempre son aplicables al contexto nacional, ya que las especies de algas en Chile poseen características distintas y las formas de consumo difieren.²⁹

15.2. La falta de estudios nacionales y criterios adaptados a las especies locales limita el desarrollo de productos como su integración en programas públicos de alimentación o promoción de hábitos saludables: es urgente avanzar en profundizar la incorporación de las algas en las guías alimentarias oficiales del país, estableciendo porciones sugeridas y rangos seguros de consumo, basados en evidencia científica sobre su composición real. Esto requiere una articulación interinstitucional entre organismos

²⁹ Los niveles de yodo en la dieta chilena provienen de múltiples fuentes, como la sal y el pan, lo que exige considerar la ingesta total para evitar efectos adversos, en una población con alta prevalencia de enfermedades tiroideas.

públicos, centros de investigación y actores productivos, que permita generar recomendaciones pertinentes y accesibles para la ciudadanía, resguardando tanto la salud pública como el desarrollo sustentable de estos recursos marinos.

15.3. Desconocimiento sobre preparación, propiedades y beneficios de las algas: se observa gran desconocimiento en relación al modo de preparación de recetas culinarias, propiedades que contienen y sus beneficios en consumo humano. Esto se traduce en escasa conexión cultural con las nuevas generaciones, las que dejaron de consumir preparaciones tradicionales, ya que la generación anterior fue dejando de prepararlas (competencia con alimentos ultra procesados). Se requiere disponer de mayor contenido informativo (tutoriales, recetarios, guías de consumo).

15.4. Baja presencia de temáticas oceánicas en educación escolar: se requiere diseñar e implementar programas de educación del Ministerio de Educación en relación a temáticas de algas y ecosistemas marinos y costeros.

15.5. Falta implementación de acciones de transferencia de conocimiento, como pilar fundamental, para relevar la importancia de la conservación y restauración de algas y la gestión sostenible de los recursos: se requiere fortalecer y articular la transferencia del conocimiento sobre acciones y protocolos de conservación y restauración de algas hacia los usuarios (tanto de pescadores como de sectores público y privado) a las comunidades locales, colegios técnicos, incorporando a las nuevas generaciones con participación comunitaria. Estas acciones fortalecerán la implementación de estrategias de conservación y restauración, y su continuidad en el tiempo, así como valorar el rol de las algas en los ecosistemas marinos por parte de la ciudadanía.

15.6. Existen importantes brechas en el conocimiento de la biología y ecología básicas de la mayor parte de las macroalgas marinas: el conocimiento biológico básico disponible para muchas macroalgas chilenas es escaso, lo que impide o dificulta el reconocimiento de su importancia en la mantención de la biodiversidad en distintas comunidades a lo largo del territorio nacional. Se limita la proposición de programas de restauración y repoblamiento, impidiendo avanzar en estrategias de conservación basadas en evidencia científica.

También ocurre que la información biológica y ambiental generada por diferentes medios está dispersa y no siempre disponible o accesible. Esto se refleja en la falta de conocimiento de la taxonomía de macroalgas en general y su biodiversidad, lo que dificulta la sistematización de la información, incluso la trazabilidad y el análisis preciso de estadísticas nacionales de desembarques y exportaciones. Además, afecta a aquellas que tienen relevancia ecológica en la mantención de la biodiversidad en distintas comunidades. Igualmente, falta coherencia en la nomenclatura que se aplica en diferentes niveles de la administración de estos recursos (como proceso de desembarques y aduanas).

15.7. Ausencia de fondos concursables para investigación en algas: tanto en temas de ciencia básica como en valorización y mercado, dificulta también que pueda ser considerado un recurso prioritario para el país.

16.

Brechas de capital humano y social

Se observa un envejecimiento de los cultivadores y recolectores, con poca incorporación de jóvenes. La oferta de formación técnica especializada es escasa o simplemente inexistente. Desde el punto de vista social, las comunidades costeras dedicadas al cultivo de algas han disminuido debido al envejecimiento de los cultivadores experimentados y a que las nuevas generaciones no se incorporan a esta actividad.

Las dimensiones humanas –tanto las capacidades técnicas individuales como las redes sociales y de colaboración– son determinantes para superar las barreras tecnológicas, ambientales y comerciales. En un contexto donde predominan la producción a pequeña escala y una industria incipiente, el fortalecimiento simultáneo del capital humano y social se vuelve un eje fundamental para potenciar la competitividad, la innovación y la resiliencia del sector.

16.1. Debilidades de capital humano: las capacidades técnicas, formación de habilidades y conocimientos del personal involucrado en el cultivo de algas son insuficientes, lo que limita el crecimiento del sector debido a una competitividad reducida, escasa innovación y prácticas insostenibles. Entre las debilidades estructurales de capital humano se observan:

- **Desarticulación entre productores y expertos técnicos:** existe una fragmentación y falta de canales efectivos para la transferencia de conocimiento (usuarios, instituciones, universidades, centros de investigación), dificultando la colaboración y generando desconfianza y resistencias al cambio.
- **Débil desarrollo de capacidades humanas y tecnológicas:** la mayoría de los productores carece de formación técnica adecuada para adoptar innovaciones que permitan mejorar rendimiento y sostenibilidad del cultivo. Esta brecha limita la capacidad de incorporar tecnologías modernas y diversificar

aplicaciones productivas confiriendo un mayor valor agregado, lo que afecta la calidad, eficiencia y competitividad del sector.

- **Escasez de programas formativos adaptados a los territorios:** la oferta educativa y formativa no responde adecuadamente a las realidades culturales o locales y no utiliza enfoques participativos que faciliten la apropiación social del conocimiento.
- **Limitada diversificación de productos:** el conocimiento disponible está concentrado principalmente en usos alimentarios convencionales, desaprovechando el potencial tecnológico y biológico productivo de las macroalgas para innovar en bioeconomía.
- **Falta de diversidad y estrategias de adaptación para la sostenibilidad:** limitada capacidad técnica y de herramientas prácticas para la adaptación frente al cambio climático y la contaminación, junto con un bajo nivel de conciencia ecológica sobre su rol ambiental, lo que impacta negativamente la sostenibilidad y el desarrollo del sector, que potencialmente puede aportar de manera simultánea a la conservación marina y a la bioeconomía.
- **Déficit en educación ecológica y conciencia ambiental:** baja sensibilización y comprensión en la comunidad sobre el papel crucial que desempeña el cultivo de algas en la conservación y restauración de los ecosistemas marinos, limitando la integración de prácticas ecológicas y la valoración de su función ecológica en políticas públicas y en la cultura productiva.

16.2. Falta de capital social: entendido como las redes de colaboración y confianza necesarias entre los actores sociales, el capital social presenta deficiencias significativas que limitan su capacidad para atraer inversiones. Esto dificulta el desarrollo competitivo, sostenible, inclusivo y solidario del sector. Entre los principales factores que afectan el capital social están:

- **La fragmentación del sector y baja asociatividad:** los productores, comerciantes, investigadores y reguladores operan sin mayor articulación, lo que dificulta la coordinación de esfuerzos, el intercambio de información, la creación de sinergias, buenas prácticas compartidas y la innovación colectiva.

- **Limitado acceso a mercados y visibilidad comercial reducida:** existen barreras significativas para que productores pequeños accedan a canales de distribución eficientes, mercados internacionales y plataformas digitales. La falta de conocimiento sobre comercio electrónico sumada a los elevados costos logísticos, restringe significativamente el alcance comercial y la competitividad del sector.
- **Débil identidad de marca y falta de promoción que limitan el posicionamiento sectorial:** la falta de identidad de marco de los productos algales impide que estos se diferencien en un mercado cada vez más competitivo. Esta falta de posicionamiento estratégico genera baja visibilidad, lo que reduce significativamente la capacidad de atraer y consolidar una base sólida de consumidores. Asimismo, la escasa promoción sectorial limita el reconocimiento institucional y dificulta la obtención de apoyos y financiamiento clave para el desarrollo y expansión del sector.
- **Insuficiente capital relacional con actores públicos y privados:** la industria algal carece de integración efectiva en redes estratégicas de promoción, financiamiento e innovación, lo que dificulta el acceso a recursos, inversiones y al diseño de políticas públicas adecuadas para su desarrollo.
- **Baja participación comunitaria en iniciativas de desarrollo y conservación:** muchas comunidades costeras mantienen una participación limitada en actividades de protección ambiental, planificación territorial y asociatividad productiva. Este bajo involucramiento reduce su capacidad de incidencia y gobernanza local, debido a la escasa convocatoria o a la falta de adecuación de las soluciones propuestas a los desafíos cotidianos de los distintos actores de la cadena de valor.
- **Falta de articulación entre actores clave (como chefs, pescadores artesanales, academia e industria):** escasa relación entre los actores clave que permite su valorización, y que cada uno de ellos aprenda del otro, permitiendo aumentar su consumo.
- **Insuficiente financiamiento para la educación y participación ciudadana en apoyo al uso sostenible, la conservación y restauración de algas en Chile:** falta de recursos para programas

de educación que aumenten la conciencia sobre la importancia ecológica, económica y climática de las algas, tanto en instituciones educativas como en comunidades locales. Se requiere financiamiento para fomentar la participación activa de la ciudadanía en proyectos de conservación y restauración (como acciones de ciencia ciudadana) y para transferir conocimientos técnicos a usuarios directos como pescadores y comunidades costeras.

Esta carencia de apoyo financiero también limita la formación y fortalecimiento de capacidades para actores clave, incluyendo organizaciones comunitarias, escuelas y grupos ambientalistas. Sin estos recursos, se dificulta la creación de una cultura de conservación que valore y proteja estos ecosistemas críticos, afectando tanto la sostenibilidad de las algas como el bienestar de las comunidades que dependen de ellas.

16.3. Dificultades laborales e informalidad: la submesa de *Conservación, restauración y sostenibilidad* destacó el problema de las dificultades laborales, incluyendo el aspecto etario, con la poca incorporación de jóvenes al sector debido a las difíciles condiciones laborales, además de otros factores, tales como:

- **Necesidad de actualizar el Registro de Pescador Artesanal (RPA):** el RPA es el instrumento por el cual se legitima y autoriza al pescador a recolectar y comercializar las algas. Actualmente está totalmente desactualizado, existiendo muchos pescadores que no trabajan o, en su defecto, personas que no siendo oficialmente pescadores tienen este registro. Esta situación lleva a un mal uso por parte de algunos, vendiendo su derecho a usar este registro a otros que no lo tienen, siendo pescadores ilegales. Por otra parte, existen muchos pescadores inscritos que no tienen la capacitación ni los recursos para poder declarar *on line* su recolección y solicita a terceros que le hagan el trámite, pudiendo causar mal uso de la información declarada.
- **Optimizar, reglamentar y capacitar el uso de las declaraciones de pescadores artesanales (recolectores de orilla buzos), por parte de terceros:** las declaraciones que hoy exige el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) se realizan *on line*, a través de una clave de acceso al sistema para

cada RPA. Un porcentaje importante de pescadores artesanales que extrae las algas no tiene acceso y conocimiento para hacer este trámite, por lo que traspasa sus claves a los intermediarios, quienes les compran el alga y hacen la declaración por ellos, llenando el origen y las cantidades. Esta realidad lleva a que muchos desconozcan sus declaraciones, presentándose para abuso y fraude al sistema. Muchos de ellos no van a extraer algas y aparecen con movimientos importantes, dado que los intermediarios les asignan esos kilos provenientes de pescadores sin RPA.

- **Actividad extractiva ilegal e informal, tanto en la extracción como en el procesamiento:** la actividad extractiva ilegal ocurre en gran parte del territorio marítimo. La alta informalidad en la actividad extractiva es debido, en parte, a la inestabilidad laboral en otras actividades. Esto produce que se busque en la explotación de algas una fuente de ingresos alternativa. Cabe destacar que particularmente en la zona norte, el problema se ve agravado por la incorporación de migrantes en condición irregular, tanto en la extracción como en algunas plantas de procesamiento.

La actividad ilegal se ve incrementada con el aumento del desempleo, de la demanda y aumentos en el precio de compra de las algas. Las personas en situación migratoria en condición irregular, que realizan actividades de extracción de algas, al ser fiscalizadas no pueden ser citadas por la infracción cometida, porque no tienen residencia ni RUT.

17.

Desafíos de sostenibilidad biológica y ecosistémica como sustento para la acuicultura de algas

Según la submesa *Desarrollo y cultivo*, el sector chileno de cultivo de algas enfrenta desafíos biológicos y ambientales críticos que requieren atención para proyectar un desarrollo sostenible de una industria de producción de algas basadas en acuicultura, tales como:

17.1. Potencial pérdida de biodiversidad: resultado de la desaparición de hábitats naturales, prácticas de cosecha intensiva (extractivismo) y el potencial riesgo de introducción de especies exóticas. Esta situación amenaza las especies locales y limitaría significativamente las opciones futuras para diversificar el cultivo.

17.2. Conocimiento insuficiente fuera del mundo científico y académico sobre la importancia de conservar las especies nativas y el valor ecológico de los servicios ecosistémicos que las algas proporcionan: como la captura de carbono, la purificación del agua, el soporte a la biodiversidad marina y la regulación del entorno costero. Incorporarlos como parte del diseño y evaluación de los sistemas de cultivo permitirá avanzar hacia una acuicultura restaurativa y resiliente frente a los desafíos del cambio climático.

17.3. Marcada deficiencia en estudios biológicos clave, lo que repercute en el escalamiento de tecnologías de producción acuícola de manera segura: falta generar información sobre estrategias de propagación, ciclos de vida, control abiótico, aspectos genéticos, fisiológicos y morfológicos de las especies de interés.

La ausencia de conocimiento impide avanzar en la maduración de las tecnologías, completar los ciclos productivos, quedando etapas importantes, como la producción de semillas, sin avances significativos en los últimos años, además de dificultar la mejora de linajes con características productivas deseadas, producción

de cepas y semillas de calidad. Esto se extiende a una escasa y fragmentada comprensión sobre aspectos sanitarios, incluyendo enfermedades, relaciones epífitas/endófitas y potenciales pestes, entre otros aspectos, lo que amenaza la salud del cultivo y potencialmente de sus ecosistemas.

Lo anterior se complica por la incertidumbre generada por el cambio climático, cuyos potenciales efectos sobre la biología de las especies nativas podrían alterar su reproducción, aumentar su susceptibilidad a pestes y reducir la diversidad genética.

18.

Brechas en uso sostenible

En la submesa de *Conservación, restauración y sostenibilidad* se detectaron los siguientes desafíos:

18.1. Insuficiente financiamiento para uso sostenible, la conservación y restauración de algas en Chile: carencia de fondos para programas a mediano y largo plazo –que permitan evaluar los stocks de algas, desarrollar e implementar estrategias de conservación y restauración y monitorear su impacto de manera continua–, como para diseñar e implementar planes de manejo para recuperación de praderas y bosques de algas.

Existen pocos incentivos, como beneficios tributarios, para fomentar iniciativas público-privadas, y no se ha priorizado el financiamiento para la investigación, desarrollo y transferencia de nuevas tecnologías. Finalmente, la falta de coordinación entre los diferentes fondos disponibles para uso sostenible, conservación y restauración impide un enfoque integrado que optimice el uso de recursos y maximice los impactos positivos a mediano y largo plazo.

18.2. Actualización periódica de vedas y períodos de explotación frente a cambios en los ciclos biológicos de las especies: dada la significativa escasez de estudios actualizados, que integren el conocimiento de los ciclos reproductivos de especies de macroalgas con la dinámica de los principales forzantes ambientales, se impide establecer criterios biológicamente fundados para definir y ajustar los períodos de veda y explotación. A su vez, esta limitación se ve agravada por la insuficiencia de recursos financieros y logísticos destinados a fortalecer los sistemas de fiscalización y monitoreo, reduciendo la efectividad de las medidas de regulación pesquera y comprometiendo la conservación de las poblaciones naturales.

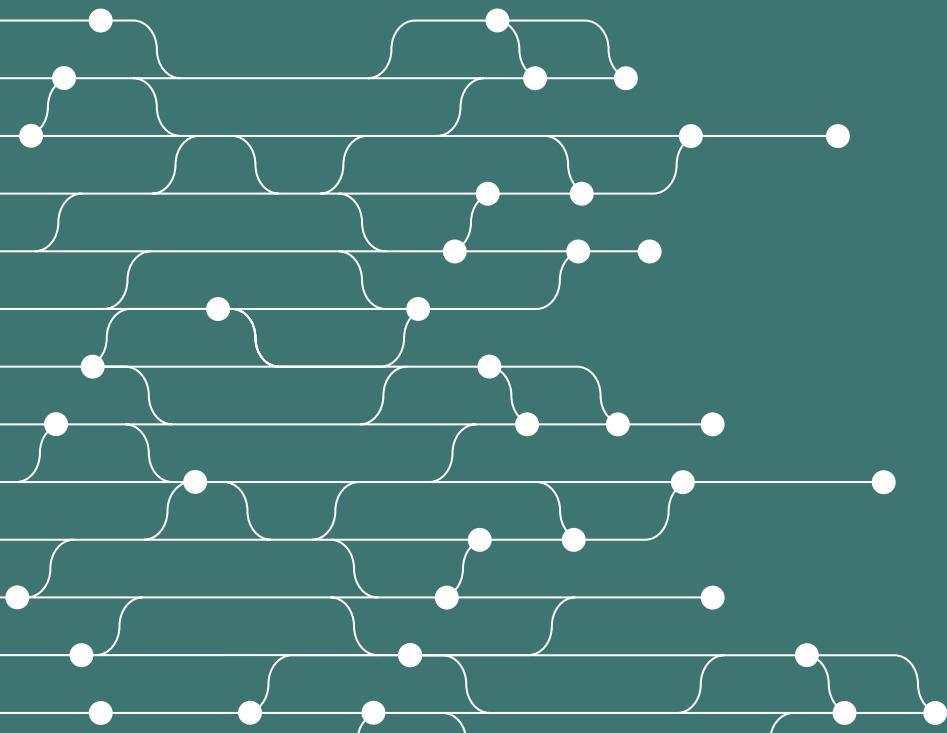
18.3. Desconocimiento de enfermedades y del impacto de especies invasoras: esta brecha se manifiesta en la escasa caracterización de enfermedades algales, la falta de identificación de patógenos específicos y la escasa comprensión de sus ciclos de vida, mecanismos de infección y efectos fisiológicos sobre las algas hospedadoras. Asimismo, el ingreso, establecimiento y proliferación de especies exóticas invasoras representa una amenaza creciente, al competir por espacio y recursos, alterar las interacciones ecológicas locales y actuar como vectores potenciales de nuevos patógenos.

Esta falta de información compromete directamente la salud de las poblaciones naturales y la viabilidad de los programas de cultivo y repoblamiento, limitando las capacidades de vigilancia, respuesta temprana y manejo sanitario del recurso, aspectos críticos para garantizar su sostenibilidad ecológica y productiva.

18.4. Información limitada respecto de los procesos de restauración: siendo en general de mediano plazo, falta contemplar etapas que coincidan con el ciclo de las algas y la secuencia de alternancia de fases, dependiendo de su tipo. En relación a las áreas a restaurar existen zonas de libre acceso, que requieren disponer de planes de manejo con sus respectivos comités de manejo vigentes para facilitar la tramitación de permisos para restauración. Los comités de manejo existentes deben priorizar la generación de planes de manejo destinados exclusivamente a las algas, productores primarios y organismos fundacionales considerados como base de los ecosistemas marinos.



V. IMPLICANCIAS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS Y DESAFÍOS DE GOBERNANZA



01.

Política pública integral

Tras detectar los 18 puntos que abordan las brechas y dificultades del sector, el trabajo de la mesa de Algas y el futuro del mar, en su conjunto, determinó situar el desarrollo de las algas como un desafío de política pública integral nacional, que exige actuar simultáneamente en marco regulatorio, gobernanza, financiamiento, capacidades e inserción de mercado.

Con este propósito, se requiere convocar a los diversos actores en un esfuerzo colaborativo, comprometido con la innovación, el emprendimiento y el desarrollo productivo sostenible, que representa una inmensa oportunidad para el país.

Se propone transitar a iniciativas que estén sustentadas en leyes habilitantes, con una gobernanza estable, transparente y con participación multiactor; un ecosistema de financiamiento con métricas de impacto; instrumentos de trazabilidad, educación y fomento del consumo, y una infraestructura de conocimiento y transferencia al servicio de los territorios costeros.

En esta visión se incorpora de manera explícita la conservación, la restauración y la sostenibilidad ecosistémica como criterios rectores de diseño e implementación. Así Chile podrá articular productividad, inclusión social y recuperación ecológica bajo una visión marítima de largo plazo.

A continuación se mencionan aspectos clave para sentar las bases de este proyecto país que permita apoyar el desarrollo productivo sostenible del sector, que incluya la participación coordinada del Estado, la industria, la academia y las comunidades locales.

02.

Desafíos de gobernanza

Esta realidad exige una reorientación fundamental de la acción del Estado, abriendo nuevas áreas de gobernanza que deben ser abordadas con urgencia, tales como:

2.1. Bioeconomía azul integrada: Se requiere superar los silos ministeriales. Se necesita una política de Estado que articule fomento productivo, ciencia y tecnología, conservación ambiental, salud pública y educación, y formación técnica en torno a las algas.

2.2. Articulada, multisectorial y coordinada: Avanzar hacia una gobernanza que coordine a los distintos organismos públicos y privados vinculados al cultivo de algas, superando la dispersión institucional actual. Este desafío apunta a construir una institucionalidad que piense el desarrollo de las algas como sistema integrado. Se propone un sistema de gobernanza multinivel, colaborativo y transparente, articulando actores públicos, privados, académicos y comunitarios, en torno al uso sostenible de las algas, para asegurar legitimidad social, solidez técnica y eficiencia operativa.

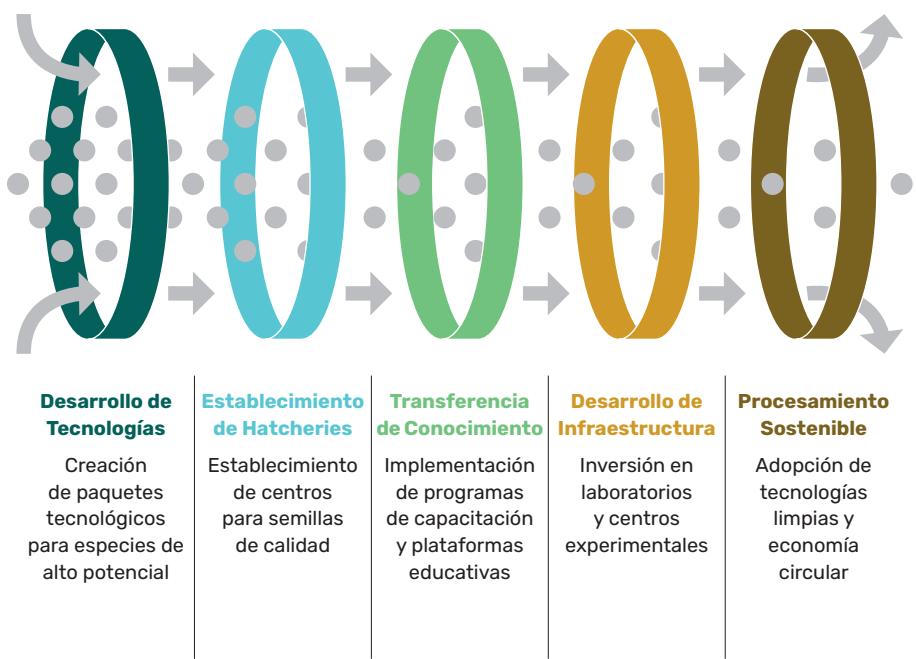
2.3. Territorial y participativa: Se debe construir e institucionalizar un capital social robusto y territorialmente arraigado para el sector algal. Esto implica crear espacios de encuentro que activen las confianzas y el aprendizaje colectivo; que permita fortalecer la organización comunitaria y su rol en decisiones, vigilancia ambiental y desarrollo productivo, con foco en comunidades costeras históricamente excluidas.

2.4. Mejorar la articulación público-privada para políticas integrales, financiamiento y asistencia técnica: Coordinar estrategias compartidas de marketing y posicionamiento que valoren el carácter ecosistémico, regenerativo y cultural del cultivo de algas. Establecer un seguimiento participativo que involucre a las comunidades participantes del monitoreo y la mejora continua, asegurando inclusión, legitimidad social y resiliencia.

2.5. Gobernanza del conocimiento y de la innovación: Fortalecer la base científica, tecnológica y productiva del sector algal, mediante inversión en I+D+i, mejora genética y desarrollo de *hatcheries* de alto estándar. Propone impulsar la transferencia tecnológica y capacitación, ampliar la infraestructura de investigación y adoptar tecnologías limpias y de economía circular en el procesamiento. Promueve la colaboración entre ciencia, industria y comunidades locales, integrando conocimiento tradicional y monitoreo ambiental adaptativo.

FIGURA 2

RECOMENDACIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE ALGAS DESDE LA INNOVACIÓN



Fuente: elaboración propia desde la coordinación de la submesa *Desarrollo y cultivo*.

2.6. Valoración y mercados para servicios ecosistémicos (gobernanza intersectorial para la valorización y el consumo):

El Estado debe crear los mecanismos para reconocer, cuantificar, valorizar e incentivar los beneficios ambientales del cultivo de algas, como la captura de carbono, restauración ecosistémica y la mejora de la calidad del agua, conectando la industria con los mercados de bonos verdes y azules.

2.7. Gobernanza territorial integrada del borde costero:

Necesidad de una gestión integrada del borde costero, capaz de articular las escalas local, regional y nacional, y asegurar coherencia territorial. El desafío es diseñar instrumentos de planificación y gestión compartida que reconozcan las particularidades ecosistémicas y socioproyectivas de cada territorio costero.

2.8. Ambiental y regulatoria: A través de marcos regulatorios más claros y coherentes, que integren normas internacionales, criterios de sostenibilidad y fiscalización efectiva. Este desafío busca garantizar la coherencia normativa y la responsabilidad ambiental del sector.

03.

Fortalecer inclusión y capital humano

Tal como se ha señalado, las políticas públicas deben ser inclusivas y participar en la formación del capital humano necesario para que la industria prospere. La falta de capacitación y formación técnica puede limitar el desarrollo y la adopción de prácticas sostenibles. El diseño de programas educativos adaptados a las realidades locales y la promoción de una mayor conciencia ambiental en las comunidades costeras, deben ser componentes centrales de cualquier estrategia de desarrollo.

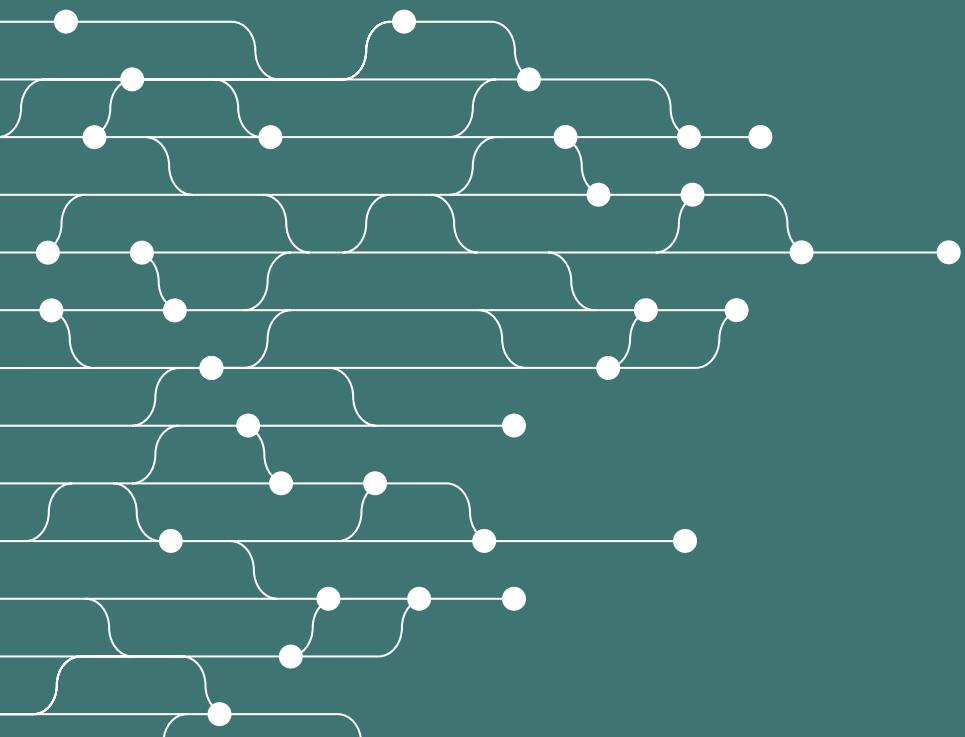
El país posee las condiciones naturales y científicas para ser referente mundial en la producción sustentable de macroalgas, pero necesita consolidar una política pública de formación y participación costera que articule educación, innovación y justicia social.

Las brechas actuales en capacitación técnica, liderazgo juvenil y equidad de género en el sector limitan la adopción de prácticas sostenibles y la creación de cadenas de valor con impacto global.

Para alcanzar la sostenibilidad, la resiliencia y la seguridad alimentaria, Chile debe formar a las personas que liderarán la transición azul.

El capital humano es el recurso más estratégico de la bioeconomía marina: sin formación, inclusión y sentido de propósito, no habrá transformación posible.

VI. 59 RECOMEN- DACIONES ESTRATÉGICAS SEGÚN EJES TRANSVERSALES



Para materializar el escenario transformador, tal como se mencionó en capítulos anteriores, la hoja de ruta se articula desde la definición de seis ejes transversales, a través de ellos se presentan 59 recomendaciones estratégicas, indispensables y jerarquizadas, estratégicamente elaboradas por las tres submesas³⁰.

La implementación decidida en esta dirección no es sólo una oportunidad económica, es un imperativo estratégico para el desarrollo sostenible en Chile en las próximas décadas, a través los siguientes ejes y sus respectivas recomendaciones:

³⁰ Nota metodológica: Las tres submesas trabajaron de manera independiente en el desarrollo de sus propuestas, aun cuando todas abordaron los ejes transversales definidos para el capítulo. Con el fin de resguardar la trazabilidad del proceso y el consenso temático colectivo, a lo largo del documento se indican en notas al pie de página a qué submesa corresponde cada propuesta presentada.

EJE 01.

Gobernanza, institucionalidad y marco normativo

Como hilo conductor de las tres submesas, este eje busca ordenar y coordinar, con visión de Estado, el despliegue de la economía de las algas. Se vuelve imperativo fortalecer la coordinación interinstitucional –entre ministerios, SUBPESCA, IFOP, SERNAPESCA, Corfo, universidades, municipios y comunidades costeras– para alinear saberes, capacidades y responsabilidades en torno a un propósito común.

En este contexto, se propone crear o reformar marcos regulatorios específicos que actualicen las categorías de especies, clarifiquen permisos de cultivo y comercialización, e incorporen estándares internacionales –incluidos límites de metales pesados y certificaciones ambientales– que den certeza, calidad y trazabilidad a toda la cadena de valor. Para sostener este impulso, se perfila la creación de un órgano coordinador o plataforma nacional capaz de articular ciencia, fomento y normativa, garantizando que el conocimiento, la inversión y la regulación confluyan en una gobernanza moderna, transparente y orientada al largo plazo.

RECOMENDACIÓN N°1**UNIFICAR LAS NORMATIVAS DISPERSAS³¹**

Consolidar las normas que se encuentran distribuidas entre diversos organismos –como SERNAPESCA, SUBPESCA, Ministerio de Salud, SAG, entre otros–, mediante un marco integrado (tipo “ventanilla única”), que abarque todas las etapas del rubro algal: cultivo, extracción, procesamiento y venta al consumidor, ya sea como materia prima o producto listo para consumo.

La idea es que este consolidado establezca requisitos de trazabilidad, controles de inocuidad alimentaria –microbiológicos, contaminantes, residuos y criterios de rotulación y declaración de propiedades nutricionales y saludables-. Con esto, se busca facilitar el acceso a la industria en cultivo, producción, comercialización, investigación, desarrollo y transferencia tecnológica. El seguimiento y la evaluación se realizarán mediante planes nacionales de vigilancia y la propuesta de actualización del Reglamento Sanitario de los Alimentos.

Para ello, se propone:

- Mesa técnica sobre algas y sus derivados (nacionales o importados) con participación de Estado, empresas y asociaciones gremiales del rubro (pescadores y recolectores, acuicultores), orientada a actualizar el Reglamento Sanitario de los Alimentos, que incorpore criterios microbiológicos, contaminantes y residuos específicos para este alimento. El alcance es nacional, con el Estado como actor clave.
- Elaboración de un marco legal específico: proponer un equipo multidisciplinario encargado de diseñar un proyecto de ley integral para el cultivo de algas, asegurando la participación activa de todos los actores relevantes mediante procesos de consulta pública. Además, se deben elaborar manuales y guías técnicas accesibles que establezcan metodologías de cultivo y cosecha sostenibles.

³¹ La recomendación N°1 fue desarrollada por la submesa *Consumo y valorización*.

RECOMENDACIÓN N°2

PROMULGACIÓN DE UN MARCO LEGAL INTEGRAL PARA EL CULTIVO DE ALGAS³²

Desarrollar y promulgar una ley específica para el cultivo de algas, mediante el trabajo de un equipo multidisciplinario y la realización de consultas públicas que garanticen la participación de todos los actores relevantes. Complementar la ley con manuales y guías técnicas sobre metodologías de cultivo y cosecha sostenibles, asegurando su amplia difusión y acceso.

La implementación de normativas de buenas prácticas implica desarrollar regulaciones específicas para las técnicas de cultivo, cosecha, manejo de residuos y gestión responsable de los recursos naturales, las que estarán orientadas a garantizar la sostenibilidad ambiental, promoviendo la reducción en el uso de recursos no renovables y el fomento de insumos orgánicos.

RECOMENDACIÓN N°3

ADOPTAR NORMATIVAS NACIONALES DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ACUICULTURA DE ALGAS³³

Establecer regulaciones claras y obligatorias respecto a técnicas de cultivo, cosecha, manejo de residuos y gestión responsable de los recursos naturales, priorizando la sostenibilidad ambiental, la reducción de insumos no renovables y el uso de insumos orgánicos, como estándar de la industria.

Esto también incluye el establecimiento de evaluación continua de políticas, que implica contar con:

- Un reglamento que permita la evaluación y el ajuste periódico de las políticas sectoriales, mediante la designación de una entidad responsable y la definición de indicadores ambientales, económicos y sociales.

³² Las recomendaciones N°2 a la N°6 fueron desarrolladas por la submesa *Desarrollo y cultivo*.

³³ <https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2023/11/manual-ape-web.pdf>

RECOMENDACIÓN N°4**IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE EVALUACIÓN Y AJUSTE DE POLÍTICAS QUE INTEGRE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) EN LA REGULACIÓN DEL CULTIVO DE ALGAS**

Mejorar y ajustar el sistema vinculado al cultivo de algas, liderado por una entidad responsable y sustentado en indicadores sociales, económicos y ambientales. Asimismo, se propone integrar y ajustar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en los procesos de tramitación y autorización de concesiones para actividades específicas de cultivo de algas, asegurando la existencia de instrumentos legales pertinentes para la evaluación y mitigación de impactos.

Para esto, se requiere fortalecer la integración de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en el proceso de otorgamiento de concesiones, asegurando que todas las actividades relacionadas con el cultivo de algas cumplan con estándares de sostenibilidad y cuenten con mecanismos legales adecuados para la identificación, evaluación y mitigación de posibles impactos ambientales.

La incorporación de esta evaluación busca, entre otros objetivos, desarrollar infraestructura y establecer un programa de zonificación y selección de sitios aptos para el cultivo de algas, basado en criterios ambientales, socioeconómicos y en los servicios ecosistémicos que estas pueden potenciar o restaurar en cada territorio, además de considerar aspectos logísticos asociados. Asimismo, se propone contemplar financiamiento para centros de investigación y laboratorios especializados que brinden el apoyo técnico y científico necesario para fortalecer el desarrollo del sector.

RECOMENDACIÓN N°5

CREAR UN PLAN NACIONAL DE ZONIFICACIÓN Y DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CULTIVO DE ALGAS

Implementar una política pública de zonificación y selección de sitios para el cultivo de algas, sustentada en criterios científicos, ambientales y socioeconómicos que orienten su adecuada instalación y operación. Se propone revisar, armonizar y modernizar los procesos de regulación y licenciamiento con el fin de simplificar, agilizar y dinamizar la normativa y la implementación de la planificación marina para la acuicultura.

Este plan de zonificación deberá priorizar la compatibilidad biológica, ambiental y social, asegurando que el desarrollo del cultivo de algas se inserte de manera equilibrada y sostenible en los territorios costeros.

Con esta propuesta se busca fortalecer la infraestructura científica y tecnológica mediante el financiamiento de laboratorios y centros de investigación especializados en el rubro.

RECOMENDACIÓN N°6

SIMPLIFICAR LAS REGULACIONES Y NORMATIVAS, PARA CULTIVOS EXPERIMENTALES Y COMERCIALES

Eliminar barreras burocráticas y adaptar la normativa existente para fomentar la adopción de prácticas sostenibles y tecnologías avanzadas.

³⁴ Las propuestas N°7 a N°12 fueron desarrolladas por la submesa *Conservación, restauración y sostenibilidad*.

RECOMENDACIÓN N°7**OPTIMIZAR LA FISCALIZACIÓN EN PLANTAS DE PROCESAMIENTO³⁴**

Mejorar la fiscalización mediante una colaboración más estrecha entre actores formales, pescadores artesanales, compradores, intermediarios e industria, junto con las autoridades fiscalizadoras, principalmente SERNAPESCA, PDI y otros organismos del Estado como la Armada, municipalidades y el Ministerio de Salud.

Ante la existencia de plantas de procesamiento donde se procesan algas ilegales sin patente comercial y con personal sin contratos formales, en condiciones laborales y/o sanitarias por debajo de las exigencias legales, se propone compartir información oficial de SERNAPESCA sobre personas o instituciones que no cumplan la legislación vigente, de modo que los compradores formales eviten adquirirlas y se les impulse a regularizar su situación. En el caso de personas en situación migratoria ilegal, se indica que PDI y Carabineros tienen la potestad de aplicar la ley vigente.

RECOMENDACIÓN N°8**FORTALECER LA TRAZABILIDAD, MODERNIZAR EL REGISTRO PESQUERO ARTESANAL Y ESTABLECER UN RÉGIMEN SANCIONATORIO PARA EL MAL USO Y EL DAÑO A PROCESOS DE REPOBLAMIENTO Y RESTAURACIÓN**

La propuesta plantea avanzar hacia un sistema de trazabilidad que no sólo registre el origen y movimiento de las algas, sino también la identidad de las personas que ingresan información en las declaraciones.

Con la tecnología disponible, el pescador podrá autorizar ante SERNAPESCA a terceros para que gestionen datos en su nombre, quedando dichos accesos registrados en una base común que permita asegurar responsabilidad legal y transparencia en cada operación.

Ninguna mejora será efectiva si persisten prácticas de mala fe que vulneran la normativa. Por ello, se busca alinear incentivos para promover un cambio cultural, de modo que quienes cumplen las reglas puedan comercializar sin obstáculos y reciban una mayor valorización por productos trazables y formalizados.

Se propone establecer la caducidad de los actuales Registros Pesqueros Artesanales (RPA) en un plazo definido, aplicándolo por etapas y territorios. Se sugiere publicar un calendario nacional que informe con anticipación las fechas de caducidad y los requisitos para obtener la nueva licencia, en un proceso que no debiese extenderse más de un año.

Se propone incorporar en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en la Ley 19.300 modificaciones que tipifiquen explícitamente las sanciones por daños a procesos de restauración de ecosistemas y de repoblamiento, asegurando un marco normativo que proteja de manera efectiva los esfuerzos de recuperación ambiental. La competencia desleal debe sancionarse eficazmente con multas efectivas –de leves a gravísimas–, que incluyan desde multas monetarias hasta la suspensión del RPA. Además, se considera necesario capacitar al sistema judicial respecto de la importancia de esta materia y de la relevancia de las sanciones correspondientes.

Para otorgar la nueva licencia, se debe exigir una prueba que asegure conocimientos sobre la forma correcta de extracción, el estado del recurso, educación para la conservación, reconocimiento de especies, regulaciones vigentes y el régimen de faltas y sanciones aplicable.

El pescador artesanal deberá poder capacitarse gratuitamente en estos contenidos mediante cursos en línea y test con preguntas tipo. La licencia se validará cada cuatro años, incorporando la actualización normativa y regulatoria, y se mantendrá una base de datos actualizada con el historial de cada licencia otorgada.

Respecto de multas por mal uso, debe funcionar una tabla de sanciones graduada: faltas menores con multas monetarias; medianas-graves con multas monetarias y suspensión temporal, y gravísimas con caducidad de la licencia.

El alcance de la propuesta comprende todo el territorio nacional y sus ecosistemas acuáticos, incluyendo el mar territorial, la zona contigua y la zona económica exclusiva. Dado que se requiere un cambio legal, el Parlamento es un actor clave, así como los organismos sectoriales, en especial SUBPESCA.

Se busca proteger legalmente las acciones de restauración de ecosistemas y las acciones de repoblamiento de algas y otros organismos marinos, partiendo por la modificación de los cuerpos legales señalados y, posteriormente, la evaluación de la efectividad de dichas modificaciones en la protección de las acciones de restauración y repoblamiento, mediante el análisis de la cantidad de infracciones y su sancionamiento.

RECOMENDACIÓN N°9

DISEÑAR E IMPLEMENTAR UNA NORMATIVA ESPECÍFICA PARA LOS RECURSOS ALGALES CON ENFOQUE DE PERTENENCIA TERRITORIAL

La propuesta plantea establecer normativas y regulaciones especie-específicas y territorialmente pertinentes para la gestión de los recursos algales. Asimismo, reconoce que la normativa pesquera vigente se ha centrado principalmente en la actividad extractiva, sin incorporar de manera adecuada las particularidades biológicas de las especies objeto de uso y extracción.

En el corto plazo, estas disposiciones deberían considerarse en el diseño de las herramientas de gestión que regulan la administración en los Comités de Manejo y Planes de Manejo, abordando las singularidades de cada territorio. Se buscará generar propuestas a incorporar en las normativas de la actual Ley de Pesca.

Aunque en diversas regiones del país –particularmente en el centro-norte– existen normativas con arraigo local, persisten vacíos de información que impiden diseñar reglas de extracción que integren la biología reproductiva y poblacional de los recursos algales. Para superar esta brecha, se plantea incrementar la investigación sobre los ecosistemas que sostienen las poblaciones de algas de importancia ecológica y/o comercial, mediante:

- Mecanismos de financiamiento permanentes y complementarios a los actuales (como FIPA, INDESPA, ANID y fondos de gobiernos regionales), que doten de herramientas para diseñar, operativizar y dar seguimiento a medidas de manejo pesquero basadas en ciencia.
- Asesoría científico-técnica, que respalte los Planes de Manejo con sustento científico, instalando un comité asesor científico regional permanente en cada instancia de diseño de medidas.
- Alianzas de investigación interdisciplinarias –por ejemplo, entre pescadores y científicos– que habiliten el levantamiento de información relevante mediante ciencia ciudadana, orientada a la protección, conservación, restauración y explotación sostenible de las algas.

RECOMENDACIÓN N°10

ESTABLECER RECONOCIMIENTO LEGAL DE LAS MACROALGAS COMO ESPECIES FUNDACIONALES Y AUMENTO DE SANCIONES POR PESCA ILEGAL, ROBO Y HURTO

Reconocer que las macroalgas son especies bioingenieras fundamentales que incrementan la riqueza de otras especies y la complejidad de la red trófica al crear estructura espacial e influir en condiciones físicas y procesos del ecosistema (Miller et al., 2018).

Así como la eliminación de especies fundamentales afecta a numerosas especies asociadas, mientras que su restauración contribuye a la recuperación del ecosistema, se propone que esta capacidad y característica especial sea reconocida explícitamente en la Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley N° 18.892)³⁵, incorporando sanciones mayores para su pesca ilegal, robo y hurto.

³⁵ Ley N° 18.892: Ley general de pesca y acuicultura.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30265>

El alcance territorial debe abarcar todos los ecosistemas marinos del país con presencia de macroalgas. Dado que requiere un cambio legal, el Parlamento, junto con los organismos sectoriales –en especial SUBPESCA y SERNAPESCA–, son actores clave.

El seguimiento debe considerar, como hito inicial, la modificación de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) y, posteriormente, la evaluación de la efectividad de dichas modificaciones como mecanismo disuasivo frente a la destrucción de praderas de algas.

RECOMENDACIÓN N°11

MEJORAR LA EFECTIVIDAD DE LA LEY N.º 20.925³⁶ Y FOMENTAR EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS COMUNIDADES COSTERAS

La propuesta reúne acciones conceptuales y prácticas para fortalecer la efectividad de la ley y promover el desarrollo sostenible de las comunidades costeras y otros actores.

En el plano conceptual, se plantea promover la diversidad genética de las poblaciones restauradas, para aumentar su adaptabilidad a estresores ambientales; invertir en innovación y desarrollos tecnológicos en materiales biodegradables, para minimizar la contaminación; avanzar en zonificación que diferencie y respete áreas de extracción según la especificidad y riqueza de cada especie y región; asegurar eficiencia y capacitación, optimizando costos operativos y contando con personal calificado en técnicas de cultivo que se transfiera a los usuarios; impulsar modelos asociativos entre sector privado, academia y pescadores artesanales, e implementar capacitación continua mediante un programa permanente para el sector.

En el plano práctico, se propone mantener la inclusión ampliada de pescadores artesanales y extenderla a acuicultores y otras entidades interesadas en el cultivo; actualizar montos de bonificación por hectárea; exigir propuestas técnicas validadas según

³⁶ Ley N° 20.925: Crea bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1091690>

conocimientos y tecnologías desarrolladas para el cultivo de diferentes recursos algales; entregar el beneficio en parcialidades según cumplimiento de etapas del proyecto; reforzar una fiscalización rigurosa para asegurar objetivos y autorización correcta de pagos; y agilizar concesiones para el cultivo de algas, simplificando el proceso dada su contribución benéfica ambiental, ecológica y al potenciamiento de ecosistemas.

Como propuestas adicionales, se sugiere fortalecer la institucionalidad creando u otorgando a una institución el mandato de garantizar y regularizar la bonificación, certificando la calidad de la semilla, eligiendo las mejores tecnologías de siembra y cosecha con estándares de calidad y transfiriéndolas a productores mediante capacitaciones regulares, fomentando materiales reutilizables y tecnologías eficientes.

También se propone incorporar condiciones laborales mediante subsidios para infraestructura que mejore y optimice el trabajo y atraiga a jóvenes al sector; fomentar semillas certificadas a través de *hatcheries* regionales que aporten material de alta calidad; y establecer incentivos de cultivo sostenible para que los beneficiarios generen un porcentaje creciente de cultivo de algas al volver a postular a los beneficios.

RECOMENDACIÓN N°12

FORTALECER EL FINANCIAMIENTO PARA ACTUALIZACIÓN BIOLÓGICA Y FISCALIZACIÓN DE VEDAS

Diseñar e implementar una estrategia integral que combine el fortalecimiento económico de los sistemas de fiscalización con el desarrollo de investigaciones que permitan actualizar los períodos de veda y explotación según la dinámica biológica de las especies y los cambios ambientales regionales (macrozonas).

Con el fin de asegurar el financiamiento sostenido, que refuerce las capacidades técnicas y logísticas de las instituciones fiscalizadoras, se busca incorporar tecnologías modernas de monitoreo (sensores remotos, plataformas digitales y seguimiento participativo)

y realizar ajustes normativos, basados en evidencia científica para garantizar una gestión adaptativa de los recursos algales y bentónicos.

Al definir lineamientos y financiamiento, se implementará una mesa de trabajo con participación del Estado, la empresa, la academia y las comunidades locales. Esta estrategia busca alinear las medidas de conservación y explotación con los patrones biológicos actuales, promoviendo la sostenibilidad de los ecosistemas.

EJE 02.

Ciencia, tecnología e innovación aplicada

En las tres submesas se comparte la convicción de que la investigación y el desarrollo deben orientarse a cerrar brechas específicas con resultados verificables. Ello implica avanzar en el cultivo bajo condiciones controladas, manejo de especies nativas; profundizar procesos de biotecnología, biomateriales y economía circular que agreguen valor sin comprometer los ecosistemas; impulsar estudios de trazabilidad, valoración de servicios ecosistémicos y restauración marina para asegurar sostenibilidad y confianza; y consolidar plataformas tecnológicas abiertas y repositorios de información –como catastrós de infraestructura, bancos de germoplasma y sistemas de monitoreo– que pongan el conocimiento al servicio de la toma de decisiones y del escalamiento responsable del sector.

Chile exporta principalmente algas en formatos poco procesados, siendo el más común el alga deshidratada al sol y trozada, utilizada como materia prima para la extracción de carragenatos y alginatos. Otro formato frecuente es el alga prensada o compactada en fardos o bloques, que facilita su transporte y es muy demandado en mercados asiáticos. También se exporta harina o polvo de algas, destinado a la industria alimentaria, farmacéutica y agrícola, aunque este formato tiene aún baja participación. En menor medida, se comercializan extractos y alginatos ya procesados, aunque gran parte de esta transformación se realiza fuera del país, lo que limita el valor agregado capturado localmente.

RECOMENDACIÓN N°13

IMPULSAR FONDOS DIRECTOS PARA LA INNOVACIÓN CON ALGAS³⁷

Lograr financiamiento directo orientado a la transformación, al desarrollo de nuevos productos y al diseño de empaques sostenibles, con el fin de avanzar hacia productos de mayor valor agregado y formatos más innovadores que conecten mejor con nuevos consumidores.

Se propone que agencias como Corfo, INDESPA, ANID, además de otras instituciones gubernamentales, como SUBPESCA, SERNA-PESCA y ProChile, lideren convocatorias específicas para fomentar proyectos que incorporen innovación tecnológica, agreguen valor en origen y faciliten la inserción en mercados internacionales de alto valor, fortaleciendo la cadena de valor y el posicionamiento competitivo de la industria chilena de algas.

A través de la colaboración público-privada, la idea es convocar a centros de investigación y a la industria, a través de los exportadores, procesadores y comercializadores, como la Asociación Gremial de Procesadores y Productores de Algas Marinas (COPRAM), para apoyar, junto al Estado y emprendedores, programas como Transforma Alimentos y programas regionales.

Se busca así el desarrollo de una nueva gama de productos con valor agregado a base de algas, incluidos alimentos funcionales, cosméticos y aplicaciones industriales. Es decir, lograr un aumento de la participación de formatos procesados o terminados para exportaciones y el incremento del valor promedio por tonelada exportada, mediante una oferta más diversificada y sofisticada.

Asimismo, se pretende promover proyectos liderados por empresas, centros de I+D y *startups* enfocados en innovación de productos algales, y facilitar su ingreso a mercados internacionales para fortalecer la competitividad global del sector. El seguimiento

³⁷ Las recomendaciones N°13 y N°14 fueron desarrolladas por la submesa *Consumo y valorización*.

y la evaluación considerarán indicadores sobre número de productos desarrollados, aumento del valor agregado en exportaciones, diversificación de mercados, incorporación de *startups* y centros de I+D con generación de empleo especializado. Los resultados de cada convocatoria servirán para retroalimentar el diseño de futuras líneas de financiamiento, ajustando criterios y prioridades estratégicas.

RECOMENDACIÓN N°14

CREAR UN FONDO NACIONAL PARA LA CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ALGAS

Implementar un fondo concursable para financiar estudios sistemáticos de la determinación de la composición bioquímica y funcional de especies de algas chilenas, con el fin de generar conocimiento base que impulse su valorización, la diversificación de productos y la apertura a nuevos mercados nacionales e internacionales, fortaleciendo el ecosistema de I+D en torno a los recursos algales.

Su alcance es nacional y convoca al Ministerio de Ciencia, SUBPESCA, CORFO, Fundación Chile, universidades y centros de investigación básica y aplicada, gremios de recolectores, cooperativas, empresas de procesamiento, además de agencias internacionales y laboratorios de referencia.

Como resultados esperados, se considera una base de datos nacional de composición química y funcional de algas chilenas; la identificación de cepas o especies con alto valor nutricional, cosmético, agronómico, farmacéutico o industrial; y la generación de proyectos de innovación y valorización tecnológica, como nuevas patentes, publicaciones y transferencia tecnológica.

El seguimiento y la evaluación se realizará mediante el número y tipo de especies analizadas, la participación territorial e interinstitucional en los proyectos financiados y la evaluación ex post del impacto en nuevas líneas productivas y en políticas públicas.

Al impulsar el desarrollo y adopción de tecnologías innovadoras orientadas al cultivo eficiente y sostenible de algas, este lineamiento promoverá la investigación aplicada, la generación de soluciones que optimicen la producción, la trazabilidad, la calidad y la diversificación de productos, como la transferencia tecnológica para promover la competitividad nacional e internacional del sector.

Con este propósito, se plantea un conjunto de soluciones que abarca desde la base biológica hasta el procesamiento y la gestión. Es fundamental fortalecer la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Esto incluye profundizar estudios en ciclos de vida, control abiótico, genética, fisiología y morfología para mejorar linajes y producir cepas o semillas optimizadas. Se debe priorizar y financiar intensivamente el desarrollo y la madurez (hasta TRL 9³⁸) de paquetes tecnológicos para especies de alto potencial comercial e impacto económico, seleccionadas a través de un ranking objetivo.

RECOMENDACIÓN N°15

CREAR UNA POLÍTICA DE FOMENTO A LA I+D+I JUNTO CON UNA INICIATIVA DE INFRAESTRUCTURA ESTRATÉGICA PARA IMPULSAR LA ACUICULTURA DE ALGAS³⁹

Establecer líneas prioritarias y asignar recursos específicos, articuladas con un Plan nacional de capacitación. Se requiere avanzar en la nivelación de la madurez tecnológica para el cultivo de fases tempranas de algas pardas, lo que permitiría fortalecer las estrategias de repoblamiento y cultivo, alineando estos desarrollos con la acuicultura como herramienta de conservación.

³⁸ El *Technology Readiness Level* (TRL) es una escala de 1 a 9, creada por la NASA en los años 70, que mide la madurez de una tecnología. TRL 1 corresponde a investigación básica; TRL 9 es el nivel máximo: el sistema ha sido probado, validado y opera con éxito en condiciones reales de uso, con desempeño, confiabilidad y seguridad demostrados (es decir, listo para despliegue comercial).

³⁹ La recomendación N°15 fue desarrollada por la submesa *Desarrollo y cultivo..*

Se propone asegurar financiamiento para la construcción y equipamiento de *hatcheries* de alto estándar, centros de investigación, laboratorios de biotecnología y centros experimentales, con el fin de dotar al sector de la infraestructura necesaria para su crecimiento sostenible. Estos centros deben proveer semillas de calidad con características mejoradas (crecimiento, rendimiento, resistencia y adaptación climática), que aseguren la disponibilidad de material de siembra genéticamente diverso y resiliente.

Para abordar la brecha de conocimiento y en la adopción de tecnologías, se propone desarrollar modelos de transferencia tecnológica y extensionismo eficientes y de largo aliento. Esto debe complementarse con programas de capacitación para productores y técnicos en mejores prácticas, manejo genético y tecnologías emergentes, así como la creación de plataformas online con recursos educativos.

La inversión en infraestructura para I+D es prioritaria, incluyendo laboratorios de biotecnología y centros de cultivo experimental adecuados a los TRL esperados. Se necesitan estudios sistemáticos para identificar y mapear áreas geográficas óptimas para el cultivo, usando herramientas avanzadas y considerando variables ambientales y patrimonio biológico.

En las etapas de procesamiento, se debe invertir en tecnologías limpias y de alta eficiencia que reduzcan el consumo energético y los residuos, optimizando la preservación y aprovechamiento de los compuestos bioquímicos y funcionales de las algas, con el fin de potenciar su calidad, trazabilidad y valor comercial.

La implementación de sistemas con energías renovables es central, junto con el desarrollo de técnicas de automatización. Fomentar la investigación en economía circular para la valorización de subproductos es clave para agregar valor.

Es crucial incentivar la colaboración entre universidades, empresas y comunidades locales, respetando el conocimiento tradicional, junto con promover la cooperación internacional para el intercambio de conocimientos. Adicionalmente se estima necesario generar una adecuada implementación de indicadores de monitoreo, que permita una gestión adaptativa ante cambios ambientales.

RECOMENDACIÓN N°16**ESTABLECER SISTEMA NACIONAL PARA MANTENER ACTUALIZADA LA INFORMACIÓN TAXONÓMICA Y DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE MACROALGAS ECOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE RELEVANTES⁴⁰**

La propuesta plantea diseñar e implementar programas de investigación a nivel nacional orientados a la identificación de especies macroalgales clave por su relevancia económica o ecológica, con coherencia entre macrozonas y a escala local.

La idea es aportar a la clarificación taxonómica de las especies que constituyen recursos algales y de aquellas relevantes para la preservación de la biodiversidad en ambientes marinos, como el fomento de programas de validación y verificación de información en taxonomía y biodiversidad con financiamiento estatal (ANID, Corfo y programas regionales).

Se plantea la creación de un repositorio abierto, accesible y dinámico de datos taxonómicos –actualizado periódicamente y alojado en un organismo público pertinente, como SUBPESCA, Ministerio del Medio Ambiente o el Servicio de Biodiversidad–, que respalde la toma de decisiones en políticas de conservación y uso sostenible, además del ajuste oportuno de la normativa conforme a cambios taxonómicos, incluyendo consideraciones territoriales.

⁴⁰ Las recomendaciones N°16 y N°17 fueron desarrolladas por la submesa *Conservación, restauración y sostenibilidad*.

RECOMENDACIÓN N°17

REALIZAR CATASTRO DE INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y PROPIEDAD INTELECTUAL PARA FORTALECER LAS ACCIONES DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ALGAS

La propuesta plantea generar un catastro nacional de infraestructura, equipamiento y disponibilidad de uso, a través de una plataforma abierta dispuesta por el servicio público, para establecer una línea base de oferta.

El plan considera determinar la propiedad intelectual existente y sus condiciones de uso para transferencia y acceso a la información –desarrollada por universidades, institutos y centros de investigación, empresas, entre otros– hacia institutos técnicos profesionales, comunidades de pescadores artesanales y población local.

Se propone crear un repositorio abierto, accesible y dinámico de tecnología, capacidades e infraestructura por territorio, implementado en un organismo público ad hoc, como el Ministerio de Economía, Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el desarrollo (CTCI), Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Educación o el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI).

Asimismo, se buscará articular la transferencia de tecnologías con los usuarios mediante una entidad del Estado –por ejemplo, Ministerio de Economía– que asegure su adopción, adaptación territorial y sostenibilidad en el tiempo, junto con diseñar una normativa o mecanismo que permita el uso de equipamiento e infraestructura o acuerdos para su utilización. Como seguimiento y evaluación, se propone monitorear a mediano plazo el número de convenios de uso suscritos por los usuarios y la actualización constante del catastro.

EJE 03.

Formación, educación y capital humano

A lo largo de todo el trabajo de la mesa se perfiló un compromiso común: formar, certificar y sensibilizar para sostener el desarrollo del sector. Así se proyectaron programas de capacitación técnica y certificación laboral dirigidos a recolectores, cultivadores y nuevos emprendedores; acciones de educación y sensibilización ciudadana que destaque el valor de las algas en salud, alimentación y cambio climático; y la inclusión de contenidos en currículos escolares y comunitarios, articulados con universidades e institutos técnicos, de modo que el conocimiento circule, madure y se traduzca en capacidades concretas a lo largo del territorio.

RECOMENDACIÓN N°18

GENERAR CAPACITACIÓN EN CERTIFICACIÓN DE INOCUIDAD TANTO ESTATAL COMO PRIVADA⁴¹

La propuesta plantea implementar un programa nacional de capacitación para fortalecer las competencias de los distintos actores del sector algal en certificaciones necesarias para la comercialización de productos derivados de algas, abarcando ámbitos estatales y privados. La iniciativa articulará organismos públicos, instituciones educativas, entidades certificadoras y organizaciones del rubro, con un enfoque práctico, progresivo y territorialmente pertinente.

Su alcance es nacional, con implementación prioritaria en regiones de alta actividad de recolección y procesamiento, e involucra a INDESPA, SERNAPESCA, ACHIPIA⁴², SAG, universidades, centros de formación técnica y empresas certificadoras privadas.

Entre los actores clave se consideran las SEREMI de Salud, Economía y Medio Ambiente; ACHIPIA; SAG; SERNAPESCA; INDESPA; instituciones de educación superior y técnica; empresas certificadoras nacionales e internacionales; organizaciones de recolectores y productores; cooperativas, asociaciones gremiales, y la industria alimentaria y cosmética.

Como resultados esperados, se proyecta el incremento de actores capacitados en certificaciones clave para acceder a mercados exigentes –en línea con la Política Nacional de Inocuidad y Calidad Alimentaria⁴³ y la Estrategia Nacional de Desarrollo de Alimentos Saludables–; fortalecimiento de capacidades para cumplir la Norma Chilena NCh 2861:2011 sobre Inocuidad Alimentaria-HACCP⁴⁴ y otras normas asociadas a BPM, trazabilidad y sostenibilidad.

⁴¹ La recomendaciones N°18 a la N°25 fueron desarrolladas por la submesa *Consumo y valorización*.

⁴² Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA).

⁴³ Política nacional de inocuidad y calidad de los alimentos, 2018-2030.

<https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2025/06/POLITICA-DE-LA-INOCUIDAD-2018-2030.pdf>

⁴⁴ NCh 2861:2011 Certificación de Sistema HACCP: <https://certhia.cl/servicios/certificacion/certificacion-de-sistemas-agroalimentarios/nch-28612011-la-norma-nch-28612011/>

También se busca el aumento de procesos certificados bajo esquemas reconocidos (por ejemplo, orgánico, comercio justo, certificación ambiental), contribuyendo a la implementación del Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA, D.S. N° 977/96 del MINSAL)⁴⁵ y el establecimiento de criterios técnicos comunes que sirvan de insumo para futuras normativas específicas del rubro algal, incluidos reglamentos técnicos para algas como alimento o ingrediente funcional.

Para potenciar el emprendimiento se propone:

- **Promoción del desarrollo de capacidades emprendedoras y de gestión de cadenas de valor, marketing y comercio electrónico:** para que productores puedan agregar valor y acceder efectivamente a mercados nacionales e internacionales.
- **Integración de enfoques de triple impacto en el desarrollo emprendedor:** con herramientas de medición de impacto social, ambiental y económico, y promoviendo modelos de negocio regenerativos que aporten valor tanto al entorno natural como a las comunidades.
- **Inclusión de enfoque de género e intercultural:** en todos los procesos formativos y de transferencia, para asegurar la equidad y la pertinencia sociocultural.

⁴⁵ Reglamento sanitario de los alimentos DTO. N° 977/96 Publicado en el Diario Oficial de 13.05.97 <https://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2023/03/RSA-decreto-977-96-act-al-26-01-23.pdf>

RECOMENDACIÓN N°19

CAPACITAR A LA COMUNIDAD INTERESADA EN TRABAJAR CON ALGAS Y MOTIVAR A ENTIDADES QUE FINANCIEN ESTAS CAPACITACIONES

Diseñar e implementar un programa de capacitación dirigido a personas interesadas en trabajar con algas –especialmente recolectores artesanales, emprendedores y pequeños productores que participan en el comercio informal–, abordando las normativas sanitarias vigentes relacionadas con elaboración, manipulación y expendio de alimentos para facilitar el cumplimiento de requisitos, regularizar el comercio y disminuir los riesgos de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs).

El programa debería incluir contenidos sobre rotulación, propiedades saludables y uso como suplemento alimentario cuando corresponda, así como módulos específicos de trazabilidad básica, uso de fichas técnicas simplificadas y elementos prácticos para la venta segura. Se estructuraría en formato modular, adaptado a distintos perfiles, y buscando otorgar una certificación básica en coordinación con SEREMI de Salud u otras instituciones acreditadas, habilitando la comercialización formal en ferias, mercados u otras plataformas.

Para su implementación y sostenibilidad, debería promoverse el financiamiento a través de fondos regionales, programas municipales, gremios u otras modalidades de cooperación entre entidades de salud y municipalidades, generando materiales didácticos en lenguaje accesible, centrados en especies locales (como cochayuyo, luche y chicorea de mar).

Si bien su alcance debe ser nacional, el programa debería probarse y ajustarse en comunas con alta presencia de comercio informal de algas para ajustar el enfoque y escalarlo a otras regiones costeras del país. Sus actores clave considerados serían las SEREMI de Salud, SERNAPESCA, municipalidades, gremios de pescadores o recolectores de orilla, Corfo y el sector empresarial.

Como resultados esperados, se proyecta la disminución del comercio informal y de las ETAs, el aumento de la formalización de establecimientos elaboradores y de venta de algas, y la agregación de valor a los productos.

El seguimiento y la evaluación se realizaría mediante el número de capacitaciones efectuadas, el número de resoluciones sanitarias emitidas relacionadas con algas y los registros de ETAs en servicios de salud regional asociados a algas.

RECOMENDACIÓN N°20

CREAR Y DIFUNDIR UNA GUÍA NACIONAL DE PROPIEDADES NUTRICIONALES Y BENEFICIOS DE LAS ALGAS, INCLUYENDO RECETAS Y USOS PARA LA SALUD HUMANA

La propuesta incluye una guía nacional y medidas como convocar a chefs para recopilar recetas con algas y, posteriormente, llevar a cabo una campaña informativa masiva que promueva preparaciones simples utilizando especies presentes en el país.

Se propone encargar una revisión del estado del arte sobre las algas chilenas con el fin de elaborar un documento oficial que sistematice sus propiedades nutricionales y los beneficios que aportan a la salud humana. Este insumo se vincula directamente con brechas identificadas –en particular, aquellas relacionadas con la disponibilidad de información clara y accesible sobre cada especie– y permitiría su difusión en campañas que rescaten preparaciones habituales y ancestrales, incentivando su consumo. Se sugiere incluir comparaciones con otros alimentos cuando resulte pertinente, considerando la biodisponibilidad de nutrientes en cada caso.

Como resultado, se propone la elaboración de una guía nacional, cuyo seguimiento y evaluación se realizará mediante actualizaciones periódicas cada cinco años. El alcance de esta iniciativa es nacional e involucra al Estado en su conjunto, a los ministerios de Salud y Educación, e instituciones académicas.

Esta iniciativa se articula con los puntos anteriores que abordan la generación de una campaña de marketing recopilatoria de libros y recetas, con foco en masificar su uso. Se contempla la distribución amplia de recetas impresas, validadas previamente, en consultorios, juntas de vecinos y establecimientos educacionales, junto

con la realización de talleres de cocina en esos mismos espacios para facilitar su adopción y fomentar el conocimiento culinario sobre las algas.

Se proyecta contar con un conjunto de recetas impresas y descargables, un libro de recetas caseras de algas en formato impreso y digital, talleres de cocina con algas en todas las regiones y cápsulas televisivas de preparación de recetas en YouTube. El seguimiento y la evaluación se realizarían mediante el registro de vistas de videos, descargas de recetas y el número de talleres de cocina efectuados.

RECOMENDACIÓN N°21

INCORPORAR Y VISIBILIZAR LAS ALGAS EN LAS ACTIVIDADES DEL MES DEL MAR

La propuesta plantea generar mayor visibilidad de la ecología marina –incluidas las algas– en el sector estudiantil y en el público general, abarcando nivel escolar, pregrado y personas adultas, con especial atención a los liceos politécnicos donde se imparte la carrera de técnico en acuicultura.

Se busca fortalecer la conciencia sobre el maritorio⁴⁶ y sus posibilidades en la opinión pública, promoviendo tanto la elección y formación de líderes y tomadores de decisiones con conocimientos marinos –diputados, senadores, entre otros–, como la difusión transversal de saberes del sector (marketing).

El alcance de la propuesta es nacional y considera como actores clave a la comunidad estudiantil y al público en general. Como resultados esperados, se proyecta aumentar la capacidad de los profesionales de las ciencias del mar y mejorar la inversión pública en este ámbito, con mayores presupuestos para el desarrollo de actividades marinas en general.

⁴⁶ “Maritorio” es un concepto que fusiona “mar” y “territorio” para describir un área geográfica donde la tierra y el mar se entrelazan, cuyo origen viene de la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), en Chile, en la década de 1970.

El seguimiento y la evaluación se realizarán mediante la revisión de mallas curriculares y el análisis de la presencia de contenidos relacionados con el maritorio en medios de comunicación.

RECOMENDACIÓN N°22

INCORPORAR ALGAS EN EL CURRÍCULUM EDUCATIVO CHILENO EN DISTINTOS NIVELES (SUSTENTABILIDAD Y BIOLOGÍA)

La propuesta plantea incorporar las algas –incluido su consumo– en unidades curriculares del sistema educativo chileno, desde educación prebásica hasta media, en concordancia con el Currículum Nacional del MINEDUC, y mediante el CRUCH, para integrar contenidos en mallas de pedagogía, articulando además con programas como Explora y otras iniciativas de educación ambiental o alimentaria (UCE y CNED).

Bajo la estrategia “Las algas en el currículum escolar chileno: ciencia, territorio y alimentación”, se busca integrar el estudio, la valoración y el consumo de algas chilenas en áreas como las ciencias naturales, tecnología, historia, educación física, artes y orientación, con enfoque ecológico, territorial, patrimonial y alimentario, abarcando Educación Parvularia (prekínder y kínder), Básica y Media. La idea es aportar contenidos en ámbitos de comprensión del entorno natural, lenguaje verbal, expresión artística e identidad cultural.

La implementación considera diseño de unidades didácticas de modelo en colaboración con docentes, Centro de Formación Técnica (CFT) y universidades; alianza con MINEDUC y Explora ANID para inserción progresiva; capacitación docente en biodiversidad marina, consumo saludable y territorio; desarrollo de materiales pedagógicos –guías, videos, fichas, infografías y recetarios escolares–; y pilotaje en escuelas costeras a través de PAR⁴⁷ Explora o DAEM⁴⁸ locales.

⁴⁷ Proyecto Asociativo Regional (PAR).

⁴⁸ Departamentos de Administración de Educación Municipal (DAEM).

El alcance institucional comprende MINEDUC, JUNJI, Fundación Integra, JUNAEB, ANID/PAR Explora, DAEM, ONG, SERNAPESCA y SUBPESCA, con despliegue nacional. A lo que se suman otros actores clave como municipalidades costeras, Ministerio de Ciencia; instituciones de educación e investigación –como centros de investigación marina (IFOP⁴⁹, CEAZA⁵⁰, IDEAL⁵¹, entre otros), Centros de Formación Técnica (CFT) y liceos Técnico Profesionales–; organizaciones de la sociedad civil –ONG Explora ANID/PAR regionales–; y actores productivos y comunitarios, recolectores y cultivadores de algas, asociaciones de pescadores artesanales y comunidades indígenas costeras, además de empresas de bioproductos y gastronomía marina.

Como resultados esperados, se proyecta la integración transversal de las algas en el currículo nacional, el aumento del conocimiento, valoración y consumo por parte de estudiantes, y el fortalecimiento de la identidad costera.

RECOMENDACIÓN N°23

FOMENTAR INICIATIVAS COMUNITARIAS SOBRE ALGAS FUERA DEL ÁMBITO INSTITUCIONAL

La propuesta establece un programa nacional de educación no formal –“EducAlga: educación marina comunitaria para Chile”–, para incentivar iniciativas sobre algas con énfasis en vínculo territorial, consumo, ciencia ciudadana e innovación local, alineado con sostenibilidad, participación comunitaria y acceso inclusivo al conocimiento.

El objetivo general de esta recomendación es promover la educación no formal sobre macroalgas chilenas como recurso ecológico, alimentario, cultural y económico, mediante espacios comunitarios de aprendizaje participativo con enfoques territorial y educativo STEM⁵².

⁴⁹ Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

⁵⁰ Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).

⁵¹ Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL).

Los objetivos específicos consideran diseñar e implementar talleres abiertos sobre biodiversidad algal, consumo saludable y tecnologías sostenibles; formar monitores territoriales (jóvenes, recolectores y educadores informales) para replicar experiencias en sus comunidades; instalar módulos demostrativos y ferias itinerantes en plazas, caletas, centros culturales y ferias gastronómicas; y desarrollar una red nacional de educación marina comunitaria, vinculada a Explora, municipios y fundaciones (marketing).

El alcance institucional convoca fundaciones relacionadas con el mar y las algas, municipalidades (DAEM, Cultura, Salud), Explora/ANID, JUNAEB, INTA/FAO Chile, universidades regionales y CFT, centros culturales y bibliotecas públicas, organizaciones sociales (juntas de vecinos, asociaciones de recolectores y mujeres del mar) y empresas gastronómicas y ferias libres.

Territorialmente, esta propuesta considera un despliegue descentralizado con énfasis en comunas costeras, rurales y urbanas con identidad local y potencial de valorización del recurso. Los actores clave se agrupan en instituciones públicas; instituciones académicas y de investigación, como universidades regionales, CFT y liceos TP; organizaciones comunitarias y sociales –juntas de vecinos, asociaciones de recolectores y mujeres del mar, ONG ambientales y culturales–; y sector productivo y gastronómico, que incluyen ferias libres, emprendedores gastronómicos locales y empresas de bioproductos algales.

Como resultados esperados, se proyecta contar con personas capacitadas, monitores formados, material educativo, producción y distribución de recetarios, cuadernillos y cápsulas audiovisuales de libre acceso, incremento del consumo de algas, una red de educación comunitaria, vinculación territorial e instalación institucional del tema. El seguimiento y la evaluación contemplan monitoreo de actividades, evaluación de impacto en participantes, evaluación del material educativo e indicadores clave de participación.

⁵² STEM se refiere a un enfoque educativo que integra las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas con el objetivo de desarrollar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la preparación para carreras en campos tecnológicos y científicos.

RECOMENDACIÓN N°24**INCORPORAR METODOLOGÍAS INNOVADORAS DE APRENDIZAJE ACORDE CON LAS ALGAS (EN TERRENO)**

La propuesta presenta una ficha de proyecto integral que combina formación educativa territorial, tipo Explora, con transferencia de conocimiento e innovación productiva –como Corfo Bienes Públicos Estratégicos–, adaptable tanto a fondos públicos como a alianzas interinstitucionales.

Bajo el nombre “Chile Aprende del Mar: Innovación educativa y productiva con algas para el consumo humano”, el objetivo general de esta propuesta es diseñar, implementar y transferir un modelo integral de educación y formación territorial centrado en el uso de algas para consumo humano, articulando a comunidades escolares, técnicos y actores de la industria de alimentos marinos mediante metodologías activas, experiencias en terreno y desarrollo de capacidades regionales.

Sus objetivos específicos son desarrollar un modelo metodológico de aprendizaje activo con base en las algas que integre ciencias, gastronomía, sostenibilidad e innovación territorial; implementar experiencias piloto en cuatro macrozonas de Chile, conectando liceos, escuelas técnicas, comunidades recolectoras y empresas del rubro; articular una red nacional de actores educativos y productivos para generar una comunidad de aprendizaje en torno al uso alimentario de las algas, además de elaborar y difundir materiales pedagógicos y tecnológicos –recursos digitales, guías, cápsulas audiovisuales y recetarios con identidad territorial–.

El alcance institucional contempla la participación articulada de instituciones públicas, privadas y comunitarias que aportan experiencia, infraestructura, redes educativas y capacidad de transferencia: una fundación relacionada al mar/algas (coordinación general, diseño metodológico y vínculo con recolectores y saberes locales), Explora y PAR Explora Regional (implementación educativa, redes escolares y formación docente), Corfo y FIA (financiamiento estratégico, vinculación con industria alimentaria y fomento productivo), universidades y CFT regionales (apoyo científico y tecnológico, formación de capital humano local), liceos

Técnicos Profesionales y escuelas costeras (público objetivo) y cooperativas, empresas gastronómicas y foodtech (articulación en terreno).

Territorialmente, el proyecto abarca cuatro regiones, que representan cuatro macrozonas del país. Entre los actores fundamentales se consideran fundaciones relacionadas, como Algas Chile, liceos Técnicos Profesionales y escuelas costeras, Explora/PAR Explora Regional, Corfo/FIA/GORE regionales, universidades, CFT e institutos técnicos, cooperativas algueras y emprendimientos del mar, y chefs, gastrónomos y *foodtech*.

Como resultados esperados, se proyecta un modelo educativo-transferible aplicado en las cuatro regiones costeras; formación de estudiantes, docentes y técnicos; vinculación de actores productivos y científicos con las comunidades escolares; un catálogo nacional de experiencias, productos alimentarios innovadores y recetas con algas; y un sello educativo-productivo “Chile Aprende del Mar” para liceos y centros de formación.

El seguimiento y la evaluación contemplan una línea base por macrozona seleccionada –capacidades, percepción del consumo de algas y grado de vinculación educación–industria–; indicadores de gestión y resultados –número de estudiantes y docentes capacitados, actores productivos vinculados y participación en talleres, visitas o ferias–; un comité de seguimiento regional con representación de los actores clave; y un informe de cierre con recomendaciones de escalamiento que sistematice aprendizajes, desafíos y propuestas de replicabilidad, como insumo y conexión con programas y políticas públicas.

RECOMENDACIÓN N°25

CREAR PROGRAMA INNOVALGA: CAPACITACIÓN EN INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN PRODUCTOS

La propuesta plantea diseñar e implementar un programa nacional de mediano plazo, escalable a Política Pública de Educación Técnica en Algas para el Consumo Humano y vinculado con la Mesa Algas de SUBPESCA y con los ejes de Alimentos del Futuro de Corfo.

Su objetivo general es capacitar a actores del ecosistema alimentario en innovación y desarrollo de productos con base en algas, con foco en consumo humano y proyección exportadora, mediante metodologías prácticas, conocimientos técnicos y vínculos con centros especializados.

El programa se orienta a emprendedores, pymes, técnicos y profesionales, abordando el conocimiento profundo de la materia prima –propiedades funcionales y sensoriales–, la aplicación de técnicas para avanzar desde la idea hasta el prototipo funcional y la incorporación de criterios de salud, sostenibilidad, diseño y tendencias internacionales, con vinculación a instituciones como CREAS⁵³, CeTa⁵⁴, universidades y empresas de base tecnológica.

Considera fundamentos del uso de algas en alimentación humana, propiedades y clasificación de especies chilenas con potencial alimentario, diseño de productos y formatos innovadores y técnicas de desarrollo de alimentos con enfoque de innovación abierta y resolución de problemas del mercado.

El alcance institucional y territorial contempla articulación entre instituciones públicas, académicas, tecnológicas y productivas – PUCV; UACH; Universidad de La Serena/Universidad Católica del Norte; centros tecnológicos CREAS, CETA y CIPA/CIDTA; Corfo; INDESPA; ProChile; FOSIS/SERCOTEC; fundaciones, cooperativas y asociaciones gremiales ligadas al mundo de las algas–, con enfoque descentralizado e inclusivo en zonas costeras por macrozona.

⁵³ Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables, centro científico tecnológico dedicado a la Investigación y Desarrollo de productos y soluciones sostenibles para la industria alimentaria regional y nacional.

⁵⁴ Centro Tecnológico para la Innovación Alimentaria.

Entre los actores clave se consideran universidades y centros tecnológicos, instituciones públicas (ProChile, Corfo), pymes y cooperativas algueras, y restaurantes y chefs innovadores; asimismo, ProChile en tendencias globales de consumo, CREAS y CETA en prototipado y validación, y ProChile y cámaras de comercio en proyección comercial y exportadora. Como resultados esperados, se proyecta la formación de agentes innovadores con capacidades para desarrollar productos, el desarrollo de prototipos funcionales con base en algas chilenas, la generación de redes colaborativas entre productores, centros de innovación y mercado, y una mayor valorización y uso de algas en la industria alimentaria.

El seguimiento y la evaluación consideran encuestas pre y post capacitación, evaluación técnica de prototipos, seguimiento a 6 y 12 meses sobre implementación de conocimientos en proyectos reales y vinculación de participantes con fondos de innovación o incubadoras para escalamiento.

RECOMENDACIÓN N°26

FOMENTAR LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D) PARA EL CULTIVO A LAS DIVERSAS ZONAS COSTERAS DEL PAÍS GARANTIZANDO UN APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE⁵⁵

Impulsar el desarrollo de tecnologías de cultivo ajustadas a distintas condiciones oceanográficas y terrestres de la costa chilena, estableciendo un Programa Nacional de I+D en procesamiento de algas.

Potenciar la eficiencia energética, tecnologías limpias y aprovechamiento de residuos, y diseñar mecanismos de financiamiento para proyectos conjuntos entre universidades y empresas centrados en nuevas aplicaciones de algas y mejoras en procesos industriales sostenibles.

⁵⁵ Las recomendaciones N°26 a la N°28 fueron desarrolladas por la submesa *Desarrollo y cultivo*.

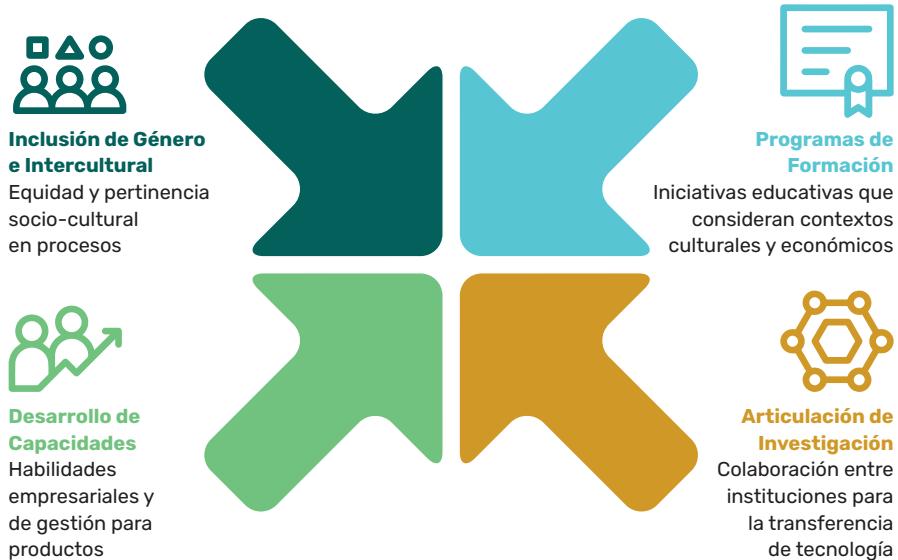
Asimismo, se proyecta la creación de laboratorios regionales especializados que apoyen la investigación aplicada en tecnologías de procesamiento adaptadas a la escala local, favoreciendo la descentralización. Finalmente, se promueve una política de trato preferente a ciertos proyectos del sector algas dentro de fondos, créditos y programas de transferencia tecnológica, para impulsar cultivos innovadores y nuevos materiales derivados de algas.

Fortalecimiento de capital humano

Es clave el desarrollo de capacidades y vinculación técnica, tanto científica como en área empresarial, porque sin esta base no es posible avanzar eficazmente en sostenibilidad, conciencia ambiental ni diversificación productiva. Con este propósito, es necesario una estrategia progresiva que garantice educación, liderazgo y un desarrollo sólido, regenerativo y competitivo del sector algas, que considere cuatro áreas principales, tal como se describe en el siguiente cuadro.

FIGURA 3

PROCESOS FORMATIVOS Y DE TRANSFERENCIA



Fuente: elaboración propia desde la coordinación de la submesa *Desarrollo y cultivo*.

Para abordar estos problemas, el fortalecimiento del capital humano y social debe ser entendido y abordado como un proceso conjunto dentro de una política pública holística que promueva la sostenibilidad, inclusión y competitividad del cultivo de algas, a través de acciones como:

- **Diseño e implementación de programas de formación técnica y tecnológica:** considerar particularidades territoriales (desafíos territoriales, especificidades culturales y económicas) del sector, incluyendo a todos los actores (productores, técnicos, jóvenes y mujeres) y que promueva prácticas innovadoras y sostenibles. Estos programas deben fomentar la diversificación del uso de macroalgas más allá de la alimentación, con aplicaciones en cosmética, farmacia, biocombustibles y biotecnología, entre otros.
- **Impulsar el protagonismo de jóvenes, mujeres y pueblos originarios:** incorporar metodologías participativas e incubadoras de capacidades comunitarias que potencien el liderazgo local, la innovación social y la regeneración económica desde las propias comunidades, asegurando que los procesos formativos promuevan el protagonismo de jóvenes, mujeres y pueblos originarios como agentes de cambio, alineándose con la estrategia nacional de bioeconomía 2030 y educación técnica en comunidades costeras vulnerables.
- **Fortalecimiento de la articulación entre centros de investigación, universidades y comunidades:** por medio de redes de transferencia tecnológica para el fortalecimiento del capital humano, que generen confianza y faciliten el aprendizaje colaborativo y adaptativo.

RECOMENDACIÓN N°27

POTENCIAR LA FORMACIÓN TÉCNICA Y PROFESIONAL EN PROCESAMIENTO DE ALGAS

Diseñar e implementar un Programa Nacional Integral de Transferencia Tecnológica para el cultivo de algas, adaptado a las características territoriales de las regiones costeras y sustentado en contenidos prácticos con metodologías innovadoras y resilientes.

Se propone implementar un Plan Nacional de Capacitación Técnica en procesamiento de algas que combine componentes teóricos y prácticos, priorizando tecnologías limpias, economía circular y eficiencia en el uso de recursos.

El objetivo es desarrollar programas de formación continua y certificación para operarios, técnicos y profesionales, con trayectorias flexibles y accesibles a distintos niveles educativos y escalas productivas, que incluyan cursos especializados para la valorización y transformación de subproductos algales, orientados a productos de alto valor agregado como biofertilizantes y biomateriales.

Asimismo, se plantea crear un Programa Nacional de Capacitación Integral para Emprendedores de la Economía Azul, con enfoque integrador, que valore el capital humano, promueva la inclusión y fomente modelos de negocio regenerativos, contribuyendo a un desarrollo sostenible, competitivo y con impacto positivo en comunidades y ecosistemas costeros.

Para su implementación y gobernanza, se propone:

- **Establecer** un comité multisectorial con representantes del gobierno, sector privado, academia, comunidades costeras y organizaciones sociales para conducir y monitorear el plan.
- **Definir** indicadores claros de desempeño y sostenibilidad que permitan evaluar impactos económicos, sociales y ambientales.
- **Garantizar** financiamiento público estable para desplegar los programas en zonas prioritarias de la acuicultura de algas.

En cuanto a estrategias y acciones, se propone:

- **Integrar** el plan con instancias existentes de formación técnica y profesional vinculadas al sector acuícola.
- **Complementar** la transferencia tecnológica con el desarrollo de habilidades blandas, liderazgo y gestión empresarial.
- **Promover** modelos económicos sostenibles y regenerativos que valoren los servicios ecosistémicos, con capacitación en gestión de negocios y acceso a financiamiento para escalas artesanal, comercial e industrial.
- **Fortalecer** redes colaborativas entre productores, investigadores, organizaciones sociales y sector privado.
- **Impulsar** estrategias de marketing digital que conecten a los productores con mercados nacionales e internacionales, destacando el valor cultural, ambiental y social de los productos algales.
- **Incorporar** un enfoque de inclusión y equidad social mediante metodologías participativas e interculturales que prioricen el liderazgo de mujeres, jóvenes y comunidades costeras, aplicando el principio de triple impacto –social, ambiental y económico– en todas las etapas del programa.

RECOMENDACIÓN N°28

CREAR PROGRAMA DE COMUNICACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN SOCIAL

Diseñar e implementar un Programa Nacional de Sensibilización sobre el valor socioecológico de las algas, mediante campañas educativas y de comunicación pública que posicione el consumo responsable de algas como una actividad relevante para la salud pública y la identidad nacional.

El plan contempla desarrollar plataformas piloto de aprendizaje e innovación en diversas zonas del país –sur austral, sur, centro, centro norte y norte grande–, impulsando redes de conservación y fomentando el conocimiento sobre el valor ecosistémico de las algas (cultivos, refugios, repoblamiento, entre otros), junto con la innovación local vinculada a la producción algal.

EJE 04.

Sustentabilidad ecológica, conservación y restauración

Como columna vertebral del conjunto de propuestas se alza el eje ambiental, que demanda reglas claras y seguimiento efectivo en cada eslabón de la cadena, tanto en la extracción, cultivo como procesamiento.

A ello se suma el impulso de programas de restauración de praderas marinas y manejo de bancos naturales, sostenidos por financiamiento estable que permita continuidad y resultados verificables.

Este enfoque se completa con la valoración de los servicios ecosistémicos y una gestión integrada del borde costero, de modo que la protección de los ecosistemas y el desarrollo del sector avancen de forma simultánea y coherente.

RECOMENDACIÓN N°29**FORTALECER LA CONEXIÓN ANCESTRAL, DANDO
A CONOCER RECETAS PATRIMONIALES⁵⁶**

La propuesta incluye recopilar recetas tradicionales de algas de nuestro país mediante grupos focales con agrupaciones históricas, asociaciones de pueblos indígenas e historiadores alimentarios, con el fin de rescatarlas, difundirlas y ponerlas en valor.

Esta acción busca vincular a las generaciones mayores, que prepararon dichas recetas, con las nuevas generaciones que no las conocen. La recopilación se divulgará en formatos físicos –libros recetarios o fichas– y de manera digital, todo ello liderado por el Ministerio de Cultura y su división de alimentos.

El alcance de esta política pública es nacional e involucra a gobiernos regionales y los ministerios de Cultura y Turismo. Entre los actores clave se consideran el Ministerio de Cultura, como la SEREMI de Culturas, Artes y el Patrimonio, y la Subsecretaría de Turismo, juntas de vecinos y colegios.

Como resultados esperados, se proyecta contar con un conjunto de recetas impresas y descargables, un libro de recetas tradicionales de algas en formato impreso y digital, talleres de cocina con algas en todas las regiones y cápsulas de preparación de recetas en YouTube. El seguimiento y la evaluación se pueden realizar mediante el registro de vistas de videos, descargas de recetas y el número de talleres de cocina realizados.

⁵⁶ Las recomendaciones N°29 y N°30 fueron desarrolladas por la submesa *Consumo y valorización*.

RECOMENDACIÓN N°30

RECOPILAR Y MAPEAR LOS ANÁLISIS PROXIMALES Y LOS AGENTES TÓXICOS/PATÓGENOS RELEVANTES DE LAS PRINCIPALES ALGAS EN CHILE

La propuesta aborda la falta crítica de datos sistematizados y comparables sobre la composición nutricional y funcional de macroalgas chilenas, así como sobre la presencia de metales pesados y agentes patógenos que limitan su incorporación en cadenas de valor sostenibles y seguras.

Para subsanar las brechas, que dificultan el procesamiento y la innovación con fines de consumo humano, nutracéuticos y otros sectores de la bioeconomía azul, se plantea desarrollar un perfil de proyecto a ser licitado por SUBPESCA a través del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA), orientado a elaborar un compendio titulado “Atlas Bioquímico y Territorial de Algas Chilenas: composición, riesgos sanitarios y zonificación para la Innovación Sostenible”.

Esta iniciativa generará una base científica robusta y de libre acceso que caracterice especies representativas por macrozonas y estaciones del año, incluyendo composición proximal, compuestos bioactivos de interés industrial y detección de riesgos sanitarios (metales pesados y coliformes fecales). Asimismo, contempla un sistema de información georreferenciado para facilitar decisiones públicas y privadas en innovación, regulación, cultivo y consumo seguro, clave para impulsar el cultivo, los bioproductos y la estrategia nacional de bioeconomía azul.

Los objetivos específicos de esta propuesta son: (i) caracterizar la composición bioquímica (proximal y funcional) por macrozona en laboratorios acreditados bajo norma ISO/IEC 17025⁵⁷ y validados por SERNAPESCA; (ii) identificar compuestos bioactivos de interés industrial –pigmentos, polisacáridos, antioxidantes, polifenoles y otros metabolitos secundarios– en especies locales y equivalentes internacionales; (iii) determinar la presencia de

⁵⁷ Estándar internacional que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

arsénico, cadmio, plomo, mercurio y coliformes fecales, atendiendo su variabilidad espacial y estacional; y (iv) diseñar e implementar un sistema georreferenciado de acceso público que consolide especies, perfiles bioquímicos, contaminantes y fichas técnicas por especie y territorio, para decisiones informadas en los sectores público y privado.

El alcance institucional y territorial comprende a organismos públicos nacionales, como SUBPESCA (coordinación general y articulación con normativas de manejo y cultivo), SERNAPESCA (trazabilidad, muestreo y vigilancia sanitaria), el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (marco estratégico y vinculación con redes internacionales) y Corfo; gobiernos regionales (GORE), en apoyo territorial, cofinanciamiento y alineación con estrategias regionales de economía azul; universidades e institutos científicos, para el muestreo, identificación taxonómica, análisis bioquímico, validación científica, formación de capital humano y divulgación.

Además, entre los actores clave están los laboratorios acreditados con análisis conforme a ISO/IEC 17025, AOAC, FAO y Codex, asegurando calidad y trazabilidad; sector privado, con empresas interesadas en nutracéuticos, cosmética, alimentos y farmacéutica, con participación en validación de compuestos y exportación responsable; y organizaciones comunitarias y sindicatos de pescadores recolectores, que aportan conocimiento tradicional, identificación de sitios, acceso territorial, aprovechamiento sustentable y vinculación con cultivo y diversificación productiva.

Como resultados esperados, se pretende contar con: (i) número de especies caracterizadas por macrozona y estación; (ii) cantidad de análisis realizados en laboratorios certificados; (iii) nivel de cobertura geográfica y estacional alcanzada; y (iv) número de fichas técnicas generadas y publicadas.

Como posibles soluciones se propone la implementación de programas de conservación específicos para especies nativas cultivadas o potencialmente cultivables. Estos programas son fundamentales e incluyen la creación y el mantenimiento de bancos de semillas, bancos de germoplasma y centros de conservación especializados.

El propósito de estas iniciativas es asegurar la preservación de la diversidad genética y garantizar la disponibilidad de material biológico que pueda ser usado para la industria, bajo un escenario de cambio climático.

Para contrarrestar la marcada deficiencia en el conocimiento biológico, se propone financiar estudios que profundicen en aspectos como reproducción, estrategias de propagación y ciclos de vida, considerando el control abiótico, así como aspectos genéticos, fisiológicos y morfológicos. Con esto, se busca seleccionar y mejorar linajes con atributos de interés para la industria, producir cepas y semillas optimizadas que permitan una propagación y cultivo más eficientes y seguros, lo que es indispensable para la seguridad y el avance de una futura industria.

RECOMENDACIÓN N°31

CREAR FONDO DE FINANCIAMIENTO PRIORITARIO PARA I+D+I Y UNA RED NACIONAL DE BANCOS GENÉTICOS/HATCHERIES⁵⁸

Implementar un programa de financiamiento dedicado a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) para cerrar brechas críticas en el conocimiento biológico, técnicas de cultivo (propagación, ciclos de vida, genética), sanidad y bioseguridad.

Como complemento, se propone establecer una red nacional de bancos genéticos y hatcheries (centros de cultivo inicial) para especies nativas prioritarias (cultivables y en conservación). Se espera superar las barreras técnicas y de conocimiento, asegurar la disponibilidad de “semilla” de calidad de especies nativas, proteger la diversidad genética, acelerar el escalamiento de la producción y fomentar la innovación en productos de alto valor.

Fortalecer la gestión sostenible de los recursos algales naturales y la protección de los ecosistemas asociados, a través de la investigación y monitoreo de la biodiversidad, el establecimiento de

⁵⁸ Las recomendaciones desde la N°31 a la N°34 fueron desarrolladas por la submesa *Desarrollo y cultivo*.

criterios para el manejo responsable y la reducción de brechas en el conocimiento ecológico, garantizando la conservación de los servicios ecosistémicos y la resiliencia de los sistemas naturales.

Para esto es clave la integración de servicios ecosistémicos para la optimización estratégica de sitios productivos, basados en metodología de prototipado, incorporando la evaluación de estos servicios (como captura de carbono, purificación del agua, protección de hábitats o valores culturales). Así se fortalecen estratégicamente los procesos, volviéndolos más restaurativos y alineados con las políticas climáticas y de conservación.

RECOMENDACIÓN N°32

INCORPORAR LA VALORACIÓN Y ZONIFICACIÓN BASADA EN SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA PLANIFICACIÓN DEL CULTIVO DE ALGAS

Diseñar e implementar instrumentos de política pública que integren la valoración de servicios ecosistémicos, como la captura de carbono, la mejora de la calidad del agua, el soporte a la biodiversidad y los usos culturales, en los procesos de planificación, evaluación y zonificación del cultivo de algas.

Esto implica identificar y mapear zonas de alto valor ecosistémico y cultural, estableciendo criterios de prioridad para el desarrollo acuícola restaurativo en áreas donde la actividad pueda generar beneficios ambientales netos.

Se recomienda incluir estos criterios en el Plan Nacional de Zonificación Acuícola (en relación a Recomendación N°8: “Simplificar, agilizar y dinamizar la Regulación y Desarrollar un Plan de Zonificación Marina para la Acuicultura de Algas”), y fomentar mecanismos de compensación o incentivos para quienes operen bajo modelos de cultivo que restauren o potencien servicios ecosistémicos.

Se busca, así, orientar la expansión del cultivo de algas hacia zonas con mayor potencial de impacto positivo e integrar la conservación y regeneración ecológica en la toma de decisiones productivas. De esta forma, se pretende promover el desarrollo de

modelos de acuicultura restaurativa alineados con la acción climática y justificar el acceso a financiamiento verde o mecanismos de pagos por servicios ecosistémicos.

Como complemento, se debe mejorar la escasa y fragmentada comprensión sobre enfermedades, pestes y bioseguridad, lo que resulta prioritario para poder formular protocolos estructurados y efectivos de prevención y fiscalización sanitaria.

Además, es fundamental adoptar prácticas de cultivo que identifiquen las especies más adecuadas para cada entorno específico, mediante un enfoque de zonificación de áreas geográficas. Esta práctica busca promover la integración con los ecosistemas locales, utilizando variables ambientales para maximizar la productividad del cultivo a la vez que se protege activamente el patrimonio biológico local.

RECOMENDACIÓN N°33

DESARROLLAR E IMPLEMENTAR UN PROGRAMA NACIONAL DE ZONIFICACIÓN PARA EL CULTIVO DE ALGAS

Identificar áreas óptimas, basándose en criterios ambientales, socioeconómicos y logísticos.

Se plantea la implementación de protocolos rigurosos y capacitación continua en prácticas de bioseguridad, higiene, manejo de residuos y monitoreo de la salud de los organismos objetivos.

Asimismo, se debe promover la adopción de tecnologías avanzadas que minimicen el impacto ambiental, como los sistemas de acuicultura en recirculación y los cultivos multitróficos integrados (IMTA), que optimicen recursos y reduzcan la necesidad de insumos químicos.

RECOMENDACIÓN N°34**IMPLEMENTAR UN PROGRAMA RIGUROSO DE BIOSEGURIDAD Y ESTÁNDARES AMBIENTALES**

Establecer protocolos nacionales rigurosos de bioseguridad y manejo sanitario, incluyendo control de químicos, cuarentena y monitoreo de plagas/enfermedades.

Poner especial énfasis en la protección de las poblaciones de algas nativas y los ecosistemas locales, desarrollando estándares ambientales para el cultivo, que incluya monitoreo regular del impacto, con la implementación de programas de capacitación continua para acuicultores en estas áreas. Por parte de instituciones como SERNAPESCA o Ministerio del Medio Ambiente.

Con estas medidas se espera mitigar los riesgos de introducción de especies exóticas, enfermedades y pestes, garantizar la inocuidad de los productos, proteger el patrimonio biológico, construir confianza social y ambiental, y asegurar la sostenibilidad a largo plazo de la industria.

En cuanto a las estrategias para preservar especies nativas, de acuerdo a una acuicultura sostenible, se recomienda analizar el siguiente cuadro, realizado desde la coordinación de la submesa *Desarrollo y cultivo*.

FIGURA 4

ESTRATEGIAS PARA LA PRESERVACIÓN DE ESPECIES NATIVAS Y ACUICULTURA SOSTENIBLE

				
Programas de Conservación	Estudios Biológicos	Medidas de Bioseguridad	Prácticas Sostenibles	
Enfoque	Diversidad genética	Conocimiento biológico	Prevención de enfermedades	Impacto ambiental
Acciones	Bancos de semillas	Financiamiento de investigaciones	Protocolos de cuarentena	Sistema de regulación
Objetivos	Disponibilidad de material	Cepas optimizadas	Protocolos de prevención	Integración de ecosistemas
Métodos	Bancos de germoplasma	Control abiótico	Programas de capacitación	Sistemas multitróficos

Fuente: elaboración propia desde la coordinación de la submesa *Desarrollo y cultivo*.

RECOMENDACIÓN N°35**ACTUALIZAR Y MODERNIZAR
LA TRAMITACIÓN DE VEDAS⁵⁹**

La propuesta plantea actualizar y modernizar la secuencia de gestiones para la tramitación de vedas mediante órganos técnicos, incorporando la participación de dirigentes de la pesca artesanal debidamente informados, con visión de mediano y largo plazo, y conocimiento de los riesgos asociados a las especies algales.

Se recomienda que las entidades que analicen y tramiten las vedas, bajo la supervisión o responsabilidad de SUBPESCA, sean técnicas y cuenten con conocimientos específicos sobre las macroalgas.

RECOMENDACIÓN N°36**CREAR PROGRAMAS PRIORITARIOS DE
FINANCIAMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN,
RESTAURACIÓN Y REPOBLAMIENTO DE MACROALGAS
Y DISEMINACIÓN DE INFORMACIÓN**

La propuesta establece una estrategia nacional de largo plazo para diseñar y financiar programas de conservación y restauración de macroalgas a escala regional (macrozonas), junto con la comunicación y disponibilidad de la información.

La estrategia debe incluir lineamientos claros para proteger y trabajar la recuperación ecosistémica, integrando variables ambientales, oceanográficas y ecológicas, y aportar al reconocimiento de los servicios ecosistémicos de diversos tipos de macroalgas.

El plan considera: (i) definir criterios de conservación, proponer herramientas de monitoreo del estado de conservación y acciones recomendadas para distintos escenarios; (ii) desarrollar un programa específico para estudiar la diversidad algal –con énfasis en taxonomía, distribución y dinámica poblacional– que sirva de base científica para acciones de conservación y restauración; (iii) crear un

⁵⁹ Las recomendaciones N°35 a la N°38 fueron desarrolladas por la submesa *Conservación, restauración y sostenibilidad*.

repositorio abierto, accesible y dinámico de datos biológicos (incluidos taxonómicos), ecológicos y ambientales, actualizado periódicamente e implementado a través de un organismo público ad hoc (por ejemplo, SUBPESCA, Ministerio del Medio Ambiente o Servicio de Biodiversidad), que respalde la toma de decisiones en políticas de conservación y uso sostenible; y (iv) transferir la información a las comunidades y promover educación técnica pertinente.

La propuesta requiere compromiso del Estado mediante asignación de fondos públicos, priorizando líneas de investigación aplicadas a la conservación y restauración sustentable de poblaciones o comunidades algales. Adicionalmente, contempla el desarrollo de normativa para proteger el patrimonio genético de macroalgas ante el potencial detrimento para la actividad productiva asociado a la exportación de algas vivas.

RECOMENDACIÓN N°37

DESARROLLAR UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA RIESGOS BIOLÓGICOS PARA MACROALGAS

La propuesta plantea diseñar e implementar un programa nacional para la detección y gestión de riesgos biológicos que afecten la abundancia de macroalgas, con énfasis en áreas críticas, como zonas de cultivo de especies exóticas y puertos.

El plan considera la elaboración de protocolos específicos para evitar la dispersión de vectores biológicos u otros asociados a enfermedades y especies exóticas invasoras; la definición de directrices para la translocación segura de macroalgas entre macrozonas, minimizando el riesgo de contaminación genética y/o ecológica, y resguardando la integridad genética y funcional de los ecosistemas algales; y el establecimiento de normativa de respuesta frente a la detección de especies exóticas naturalizadas o asilvestradas, por ejemplo, *Asparagopsis armata*, *Codium fragile*, *Undaria pinnatifida* en Argentina, integrando mecanismos de monitoreo y control.

Se espera que este sistema contribuya a una gestión preventiva, basada en ciencia, de los riesgos biológicos que afectan a los recursos algales estratégicos del país. Para su implementación,

se propone una mesa de trabajo con participación del Estado, empresa, academia y comunidades locales que establezca lineamientos y financiamiento.

RECOMENDACIÓN N°38

IDENTIFICAR ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ALGAS E IMPLEMENTAR HERRAMIENTAS PARA MEDIR EL IMPACTO DE ESTAS ACCIONES A LARGO PLAZO

La propuesta busca contar con una herramienta de gestión dinámica y accesible que permita monitorear de manera continua los efectos de las acciones de conservación y restauración de algas. Para ello, se plantea implementar, validar, optimizar y evaluar distintas alternativas tecnológicas y métodos aplicados a estos procesos, incorporando indicadores económicos y sociales que permitan identificar aquellas soluciones con mayor potencial de réplica y escalamiento en diversos territorios del país.

Se propone, además, fomentar la implementación de nuevas alternativas tecnológicas, actualizar reglamentos y normativas de intervención en la zona costera que habiliten su validación y posterior escalamiento en caso de éxito.

La implementación considera la participación del Ministerio de Economía –SUBPESCA y SERNAPESCA–, el Ministerio del Medio Ambiente y el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, con énfasis territorial en sectores deteriorados y sobreexplotados, bajo la articulación de una entidad pertinente.

El plan requiere un trabajo colaborativo entre actores públicos y privados, incluyendo institutos, centros de investigación, universidades, gobiernos regionales, sector pesquero artesanal, sector privado (procesadoras y exportadoras de algas), asociaciones gremiales y organizaciones civiles (como ONGs).

Entre los resultados, se espera contar con tecnologías de conservación y restauración factibles técnica y económicamente,

implementadas, replicadas y/o escaladas, con impacto en la recuperación de zonas deterioradas y sobreexplotadas.

El seguimiento y la evaluación deberían realizarse mediante indicadores que midan el éxito de las acciones y su beneficio ecosistémico, junto con un monitoreo de largo plazo de las intervenciones implementadas. Se requiere una metodología estandarizada basada en indicadores productivos, sociales y ambientales, con variables cuantificables y confiables –definiendo unidad, forma y tecnologías de medición–, que permitan cuantificar el impacto y dar seguimiento a su efectividad en el tiempo.

Se propone que esta herramienta sea considerada y utilizada en todas las iniciativas de conservación y restauración, y que cuente con un sistema de gestión institucional por parte de los administradores del Estado (SUBPESCA y SERNAPESCA), para realizar análisis completos a nivel nacional y apoyar la toma de decisiones.

El plan contempla un trabajo colaborativo entre actores públicos y privados: SUBPESCA, SERNAPESCA, INDESPA y la Armada de Chile, como instituciones mandantes, institutos y centros de investigación; consultoras y universidades como organismos usuarios; y empresas tecnológicas como desarrolladores o proveedores.

Como resultado, se espera disponer de una herramienta de gestión de la información con variables e indicadores definidos y una metodología de medición estándar y validada, que permitirá cuantificar en el tiempo los efectos de las acciones de conservación y restauración de algas, mejorando la planificación y el manejo por parte de los distintos actores, y habilitando decisiones públicas más informadas respecto de planes de administración vigentes y nuevas políticas.

En resumen, el plan incluye: i) involucrar a los actores clave; ii) identificar variables e indicadores de impacto; iii) desarrollar la metodología de evaluación; iv) generar la herramienta de gestión de la información; e v) implementar la metodología, con sus ajustes y seguimiento.

EJE 05.

Desarrollo productivo, diversificación y mercado

Como tema transversal presente en las tres submesas –y con especial fuerza en la de *Consumo y valorización*–, este eje enfatiza el fomento a la diversificación productiva y la apertura de nuevos mercados y líneas de productos, desde alimentos funcionales hasta cosmética, biomateriales y energía.

En materia de desarrollo productivo, se subraya la necesidad de actualizar las clasificaciones regulatorias –como las asociadas a *Novel Food*–, impulsar estrategias de marketing internacional y avanzar hacia sellos o certificaciones de origen que distingan la trazabilidad y sostenibilidad de los productos nacionales.

En paralelo, se busca la promoción del consumo interno mediante educación alimentaria y campañas de difusión, orientadas a instalar las algas como parte del patrimonio gastronómico, ambiental y productivo del país.

RECOMENDACIÓN N°39

GENERAR UNA CLASIFICACIÓN ACTUALIZADA DE ALGAS DE CONSUMO HUMANO Y OTROS USOS PARA POSIBILITAR SU COMERCIALIZACIÓN, ADJUNTANDO SU DISTRIBUCIÓN Y NORMATIVA PESQUERA/ACUÍCOLA⁶⁰

Construir una clasificación completa y actualizada de algas de consumo humano y otros usos, reconocida por las cifras oficiales de desembarque del país y por las entidades que generan estadísticas de exportación.

Se plantea conformar una mesa de trabajo entre instituciones públicas y un grupo de investigadores designados (fícológos, incluidos especialistas en herramientas moleculares).

La clasificación incorporará el nombre científico –permanente-mente actualizado por cambios de nomenclatura–, asociado a los nombres comunes o genéricos a lo largo de Chile, dado que estos últimos sustentan las estadísticas de exportación actuales. Junto con ello, se detallará la distribución por macrozonas y las normativas asociadas a extracción (ALA⁶¹ y Planes de Manejo) y producción (Acuicultura, AMERBs⁶²), con el objetivo de evaluar la sustentabilidad del recurso.

Su alcance institucional y territorial abarcará todo el país, el Estado y sus gobiernos regionales, involucrando a SERNAPESCA, IFOP, SUBPESCA, ProChile, el Servicio Nacional de Aduanas, el SAG, el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, el Ministerio de Agricultura –con ACHIPIA⁶³–, el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, el Ministerio de Educación, la academia, empresas privadas, recolectores artesanales, asociaciones industriales y gremiales, gobiernos regionales, entre otros.

⁶⁰ Las recomendaciones N°39 a la N°48, a excepción de la N°43 fueron desarrolladas por la submesa *Consumo y valorización..*

⁶¹ Áreas con régimen de libre acceso.

⁶² Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos.

⁶³ Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria.

El propósito es definir un lenguaje común y transversal entre organismos públicos y privados, estandarizando parámetros de bioseguridad por macrozona y otros antecedentes que contribuyan a la inocuidad alimentaria en el mercado nacional e internacional, así como a la educación formal y no formal.

Como resultados, se espera lograr un documento técnico transversal sobre la clasificación taxonómica asociada a nombres comunes de algas de importancia económica en Chile, y un documento técnico sobre distribución y normativa vigente de explotación, manejo o cultivo por macrozona para orientar decisiones y priorizar futuras investigaciones. Su seguimiento y evaluación deben considerar la actualización de la clasificación cada tres años por macrozonas.

RECOMENDACIÓN N°40

ESTABLECER RUTA PARA POTENCIAR EL CULTIVO DE ALGAS EN CHILE AL 2050 QUE INCLUYA DATOS COMPARATIVOS DE MERCADOS INTERNACIONALES EN PROCHILE

La propuesta busca que ProChile, en coordinación con entidades estatales, integre estudios de *benchmarking* para contar con información comparativa y estructurada sobre tipos de algas, volúmenes de comercialización, precios, usos y destinos principales. La idea es convertir a Chile en líder latinoamericano en bioeconomía azul mediante el cultivo sostenible de macroalgas, integrando ciencia, industria, comunidades costeras y esfuerzos de restauración marina.

Se identifica una oportunidad de mercado con un potencial global de 11,8 mil millones adicionales de dólares para 2030, en un contexto donde la producción se concentra en Asia (98%) y existe una creciente demanda en alimentos, bioplásticos, fertilizantes, cosmética y captura de carbono.

Para materializar esta oportunidad, se articulan ejes estratégicos que incluyen ciencia e innovación –con centros de I+D en algas, certificación y trazabilidad internacional, e investigación de especies nativas equivalentes a las exóticas–; restauración ecológica

—repoplamiento de praderas marinas, acuicultura regenerativa (IMTA) y bonos por servicios ecosistémicos—; agregación de valor —fomento de startups y cooperativas y desarrollo de productos como biofertilizantes, bioplásticos y alimentos funcionales—; sustentabilidad y gobernanza climática —monitoreo ambiental avanzado, incentivos por prácticas sostenibles y acceso a bonos verdes y azules—; y equidad territorial y educación —formación técnica y universitaria, inclusión de pueblos originarios y mujeres, y desarrollo territorial en zonas costeras clave—.

La ruta de implementación contempla programas educativos y de especialización internacional, infraestructura habilitante (centros tecnológicos y polígonos marinos), alianzas Estado-Ciencia-Empresa-Comunidad, una normativa actualizada con salvaguardas ambientales y la promoción internacional de Chile como país líder en cultivo sostenible. Se recomienda priorizar las regiones de Los Lagos, Coquimbo, Atacama, Magallanes, Valparaíso, Biobío y Aysén, y se convoca a actores como SUBPESCA, SERNAPESCA, MMA, Corfo, ANID, MINEDUC, gobiernos regionales y municipales, universidades, centros de I+D, sector privado, cooperativas, comunidades costeras e inversionistas extranjeros.

Como resultados esperados, se proyecta un aumento de la superficie cultivada, generación de empleos verdes, reducción de CO₂, y mejora ambiental, certificación de producción sostenible, y la creación de nuevos productos y patentes.

El seguimiento considera hectáreas cultivadas y producción, valor exportado y empleos, CO₂ capturado y calidad ambiental, patentes y nuevos productos, así como participación social, en particular de mujeres y pueblos originarios.

Para lograr lo anterior, se propone disponer de datos que permitan dimensionar la situación actual de Chile a nivel global y orientar decisiones estratégicas en los ámbitos público y privado, impulsando el desarrollo del mercado nacional y su posicionamiento internacional.

El alcance institucional y territorial compromete principalmente al Ministerio de Economía, con estadísticas oficiales de comercio exterior, y a ProChile, con presencia en múltiples mercados a

través de sus oficinas comerciales, que en conjunto pueden levantar un mapeo estratégico del mercado global de algas.

Los actores clave considerados incluyen al Ministerio de Economía, Ministerio de Relaciones Exteriores, SERNAPESCA, SUBPESCA, empresas exportadoras y transformadoras de algas, y centros de investigación y desarrollo vinculados al sector acuícola.

Como resultados esperados, se contempla la compilación de lo realizado, para la generación de un documento de *benchmarking* internacional del sector de algas útil para inversionistas, exportadores y diseñadores de política pública; el diseño de políticas público-privadas para fomentar cultivo, transformación y comercialización en función de tendencias y demandas del mercado global; el desarrollo de instrumentos de apoyo público enfocados en agregación de valor y transformación productiva alineados con necesidades del mercado; y la aceleración de procesos de inversión mediante información estratégica clara y actualizada.

El seguimiento y la evaluación se realizarían por medio de un comité técnico interinstitucional, con participación de ProChile, Ministerio de Economía, SUBPESCA y actores privados, que revisará avances semestralmente; la publicación anual de un informe comparativo de mercados junto a la evaluación del impacto de las políticas derivadas; y la medición de aplicabilidad del *benchmarking* mediante encuestas y entrevistas a empresas e inversionistas beneficiarios.

RECOMENDACIÓN N°41

REALIZAR UNA CAMPAÑA DE MARKETING PARA VISIBILIZAR LA INFORMACIÓN NUTRICIONAL (POR EJEMPLO, CAMPAÑA “YO TOMO LECHE”)

La propuesta busca aumentar la percepción positiva y el consumo de algas en el mercado nacional e internacional, posicionándolas como un alimento saludable, sustentable y versátil.

La campaña sugerida se estructura en cuatro ejes: (i) educación nutricional, destinada a informar a la ciudadanía sobre beneficios

para la salud (alto contenido mineral, fibra y compuestos bioactivos), mediante materiales educativos, talleres en escuelas y colaboraciones con profesionales de la salud; (ii) valorización cultural y gastronómica, que rescata usos ancestrales y promueve su incorporación en la cocina contemporánea a través de actividades con chefs, degustaciones y difusión en medios especializados; (iii) innovación en formatos y productos, fomentando nuevas presentaciones atractivas como snacks, ingredientes funcionales o suplementos; y (iv) visibilidad comercial, con marketing masivo, presencia en ferias alimentarias y coordinación con el sector exportador para posicionar a las algas chilenas en mercados internacionales de alto valor, bajo el sello “Súper alimento”.

La propuesta tiene alcance nacional con distinciones regionales, e involucra a los ministerios de Salud y Educación, Institutos de Formación Técnica, asociaciones gremiales de cocina, chefs y restaurantes, actores reconocidos a nivel nacional para la campaña –incluidos deportistas de alto rendimiento, influencers de vida saludable y figuras del mundo artístico con conexión a la costa o la naturaleza–, además de municipios.

Como resultados esperados, se proyecta un aumento del conocimiento y la valoración de los beneficios nutricionales; una mejora en la percepción cultural y un estímulo a la demanda interna, junto con mayor visibilidad del sector algal, impulso a la innovación en productos y formatos, y posicionamiento más competitivo de Chile en mercados internacionales. Además, se busca motivar la diversificación de la oferta y fortalecer el vínculo entre salud, sostenibilidad y alimentación local.

El seguimiento y la evaluación considerarán encuestas de percepción y conocimiento, niveles de ventas, participación de nuevos actores –restaurantes, *startups* y canales de *retail*–, así como métricas de participación en redes sociales.

RECOMENDACIÓN N°42

ENFOCAR EL MARKETING EN MERCADOS RELEVANTES (QUÉ QUEREMOS POTENCIAR)

Diseñar estrategias de marketing y difusión específicas para posicionar adecuadamente los productos derivados de algas chilenas en mercados internacionales, dado que actualmente no existen campañas estructuradas.

Estas estrategias deberán segmentar por características culturales, usos del producto, canales de comercialización y precios de referencia, e ir acompañadas de estudios de mercado que orienten promoción, *branding* y diferenciación, destacando atributos de origen natural, sostenibilidad y calidad certificada, así como la incorporación en el pabellón chileno de exposiciones internacionales.

Considera un alcance nacional con proyección internacional a través de las oficinas comerciales de ProChile, embajadas y agregadurías agrícolas/comerciales, abarcando institucionalmente al Ministerio de Economía, Ministerio de Relaciones Exteriores y a ProChile.

Entre los actores clave se contemplan el Ministerio de Economía, ProChile, JUNAEB, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Relaciones Exteriores (Marca Chile), la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), SERNAPESCA, empresas exportadoras del rubro, asociaciones gremiales, y centros de investigación y universidades.

Como resultados esperados, se proyecta el incremento de la visibilidad y reconocimiento internacional de los productos derivados de algas chilenas, el aumento de exportaciones hacia mercados prioritarios, la diversificación de destinos comerciales, el desarrollo de marcas país asociadas a las algas y el posicionamiento de las algas en ferias alimentarias y en pabellones de la Marca Chile.

El seguimiento y la evaluación considerarán indicadores de aumento en exportaciones por mercado objetivo, número y alcance de campañas implementadas, participación en ferias internacionales, encuestas de percepción en mercados meta, e informes anuales de ProChile y SERNAPESCA sobre impacto en la comercialización.

RECOMENDACIÓN N°43**MODERNIZAR Y REALIZAR DIGITALIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL SECTOR⁶⁴**

Reformar y modernizar el sistema de concesiones acuícolas mediante revisiones periódicas y propuestas de mejora, con procedimientos más eficientes y transparentes.

Esta propuesta implica potenciar la integración de plataformas digitales para la gestión de permisos y trámites. Se requiere desarrollar normativas y procedimientos ágiles para habilitar cultivos experimentales y proyectos de innovación en el rubro.

RECOMENDACIÓN N°44**APOYAR PARA QUE ODEPA INCORPORE LAS ALGAS EN SUS ESTUDIOS**

La propuesta busca promover la incorporación formal y sistemática de las algas y sus derivados en los estudios, estadísticas y estrategias sectoriales de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA).

Se plantea que ODEPA incorpore en sus bases toda la información disponible –estadísticas, informes y estudios– sobre algas, apoyándose en universidades y centros especializados, y que participe en la elaboración de nuevas propuestas de comercio exterior que incluyan explícitamente a estos productos.

El punto de partida es la constatación de que, pese a la extensa línea costera del país y a la diversidad de macroalgas con alto valor para alimentación, salud, industria y mitigación del cambio climático, las algas están ausentes o marginalmente abordadas en el quehacer de este organismo.

Esta omisión refleja una separación institucional entre agricultura –bajo el Ministerio de Agricultura– y acuicultura y pesca –bajo

⁶⁴ La propuesta 43 fue realizada por la submesa *Desarrollo y cultivo*.

el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, a través de SUBPESCA—, brecha que ha dificultado una visión sistémica de la producción nacional, al no articular adecuadamente sistemas estadísticos, instrumentos de fomento, encadenamientos productivos y estrategias de promoción.

Para corregir esta asimetría, se propone impulsar estudios técnicos, incluir datos algales en los sistemas de información agroalimentaria y establecer colaboraciones entre ministerios, universidades y centros de investigación que fortalezcan una visión común del territorio productivo costero y rural.

Entre las líneas de acción sugeridas se consideran: (i) la elaboración de un boletín técnico sectorial sobre macroalgas chilenas, con datos económicos, territoriales, laborales y ambientales –en coordinación con SUBPESCA y otras instituciones–; (ii) la inclusión de las algas en el Sistema de Información Agroalimentaria (SIA) de ODEPA, bajo criterios homologables a los productos agropecuarios; (iii) la realización de estudios de comercio exterior y consumo para identificar oportunidades de productos algales con valor agregado; (iv) el desarrollo de una propuesta técnica que articule agronomía terrestre y marina como base de políticas integradas de alimentos, bioinsumos y desarrollo rural-costero; y (v) la participación en mesas interministeriales e intersectoriales para promover coherencia en innovación, sostenibilidad y seguridad alimentaria.

La propuesta es de alcance nacional y los resultados esperados incluyen el aumento de exportaciones de productos con valor agregado, el reconocimiento formal de las algas en el ecosistema agroalimentario chileno, la reducción del distanciamiento institucional entre lo marino y lo terrestre, la mejora de los instrumentos de planificación y toma de decisiones públicas, el fortalecimiento de políticas coherentes de bioeconomía –azul y verde– y la inclusión de productos derivados de algas en estrategias nacionales de desarrollo territorial, exportaciones y alimentación saludable.

El seguimiento y la evaluación se realizarán con las estadísticas que lleva ODEPA y con la información entregada por SERNAPESCA, SUBPESCA y ProChile.

RECOMENDACIÓN N°45**PROMOVER SELLOS DE TRAZABILIDAD POR PARTE DEL ESTADO O ENTIDADES PRIVADAS**

La propuesta plantea diseñar e implementar un sistema de sellos de trazabilidad específico para productos derivados de algas, con el fin de asegurar transparencia sobre su origen, condiciones de recolección o cultivo y parámetros críticos de calidad e inocuidad.

El sistema se sustentará en estándares técnico-científicos validados y en una gobernanza articulada entre actores públicos y privados, considerando criterios como la delimitación geográfica del área de extracción, las condiciones de procesamiento y los resultados analíticos de contaminantes relevantes, como metales pesados, biotoxinas marinas y patógenos de interés sanitario.

Esta herramienta permitirá responder a las exigencias regulatorias de los mercados internacionales, mejorar la trazabilidad y fortalecer la confianza del consumidor mediante la diferenciación certificada de productos algales.

La propuesta se vincula con la identificación de brechas asociadas a la regulación, uso, consumo y comercio de algas en Chile. Su alcance es nacional, con énfasis en macrozonas productoras, y contempla implementación gradual mediante pilotos regionales coordinados entre ministerios sectoriales, gobiernos regionales, universidades y laboratorios acreditados.

Entre los actores clave se consideran gobiernos regionales, Ministerio de Salud (MINSAL), SAG, SERNAPESCA, ACHIPIA, Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública, universidades, centros de investigación con capacidades analíticas, laboratorios acreditados y organismos de inspección, así como cooperativas, empresas procesadoras y asociaciones gremiales.

Como resultados esperados, se proyecta el desarrollo e implementación de un sello nacional de trazabilidad para macroalgas con respaldo normativo; la generación de lineamientos técnicos armonizados con el Reglamento Sanitario de los Alimentos, el

Codex Alimentarius⁶⁵ y regulaciones de mercados de destino; la disminución de la incertidumbre pública sobre riesgos toxicológicos y sanitarios; y la agregación de valor con posicionamiento estratégico en segmentos premium.

El seguimiento y la evaluación incluirán el registro de productos adheridos al sistema (por especie, origen y tipo de procesamiento), auditorías técnicas periódicas con énfasis en muestreo analítico para verificación de contaminantes, indicadores de uso del sello en mercados nacional e internacional, evaluación anual del impacto en la percepción de consumidores y actores del rubro, y revisión técnica trienal del protocolo de trazabilidad, incorporando evidencia científica y cambios regulatorios.

RECOMENDACIÓN N°46

INCORPORAR LAS ALGAS EN LAS GUÍAS ALIMENTARIAS DEL MINSAL⁶⁶ Y CONECTAR CON EL SISTEMA NACIONAL DE SERVICIOS DE SALUD (CESFAM)

La propuesta plantea actualizar las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABAS), para incorporar recomendaciones específicas sobre tamaño de porciones y frecuencia de consumo de algas, atendiendo a sus aportes nutricionales y a la orientación de la OMS de mantener guías actualizadas que integren dimensiones sociales, económicas, de sostenibilidad, seguridad alimentaria y nutricional.

Junto con esto, se propone incluir la variable “algas” en la Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA),⁶⁷ como insumo clave

⁶⁵ Codex Alimentarius es hoy la instancia máxima a nivel internacional, donde son discutidos los temas relativos a inocuidad y calidad de los alimentos. El objetivo del Codex, como comúnmente es llamado, es proteger la salud de los consumidores y fomentar prácticas equitativas en el comercio. <https://www.achipia.gob.cl/codexalimentarius/>

⁶⁶ Guías Alimentarias para Chile: <https://www.minsal.cl/guias-alimentarias-para-chile/>

⁶⁷ Encuesta nacional de consumo alimentario - Informe Final: https://www.minsal.cl/sites/default/files/ENCA-INFORME_FINAL.pdf

para dichas guías. La implementación se articulará con el Sistema Nacional de Servicios de Salud, considerando la dependencia técnica de los Centros de Salud Familiar (CESFAM) respecto de los servicios de salud, a fin de favorecer la adopción territorial de las recomendaciones en la red asistencial.

El alcance de esta política es nacional y convoca como actores al MINSAL, las SEREMI de Salud y el propio Sistema Nacional de Servicios de Salud (CESFAMs, hospitales, entre otros).

Así se proyecta un incremento en el consumo de algas y sus derivados, contribuyendo a una dieta más saludable y a la reducción de algunas enfermedades crónicas. El seguimiento y la evaluación se podrán realizar mediante la ENCA, la verificación de la elaboración de nuevas GABAS y, a futuro, con la disminución de enfermedades crónicas vinculadas a sus propiedades saludables y funcionales.

RECOMENDACIÓN N°47

AUMENTAR EL CONSUMO DE ALGAS EN EL PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR DE JUNTA NACIONAL DE AUXILIO ESCOLAR Y BECAS (JUNAEB), MEDIANTE INSTANCIAS PILOTO DE DIVERSIFICACIÓN

Implementar un plan piloto para incrementar, mediante la diversificación de especies, el consumo de algas en el Programa de Alimentación Escolar (PAE).

Actualmente, el PAE contempla una frecuencia máxima mensual de consumo de cochayuyo, programada en pocas regiones por motivos de aceptabilidad. Ello limita su entrega y reduce el potencial de incorporación en hábitos alimenticios.

El plan piloto buscará incorporar más de una especie de alga marina para ampliar la variedad de preparaciones en la minuta mensual, favorecer la aceptabilidad y la programación, y aportar a la educación de los estudiantes sobre la riqueza de los recursos marinos y sus beneficios para la salud, además de aumentar la oferta de productos locales.

La implementación toma en cuenta pruebas de aceptabilidad en establecimientos seleccionados mediante encuestas aplicadas al momento de la ingesta, evaluación de aspectos operativos para la elaboración de las preparaciones y control de ingesta –diferencia entre lo entregado y lo retornado– como complemento del análisis.

La institución a cargo es JUNAEB; se invitará a FAO, programas como “Elige Vivir Sano” y la Universidad de Chile para promoción y difusión.

El pilotaje se implementaría en tres a seis establecimientos educacionales de la Región de O’Higgins, considerando que el Programa de Alimentación Escolar (PAE) tiene cobertura nacional en aproximadamente ocho mil establecimientos para más de 1.500.000 beneficiarios diarios.

Los actores clave incluyen la comunidad educativa, productores/as locales de algas, empresas prestadoras del PAE y SUBPESCA. Como resultado esperado, se proyecta la diversificación de especies o tipos de algas, mejorando la aceptabilidad y percepción del producto y promoviendo una mayor programación y consumo.

El seguimiento y la evaluación se realizarán mediante encuestas a estudiantes para evaluar la incorporación y un posterior monitoreo de su inclusión en la programación de minutías.

RECOMENDACIÓN N°48

**CREAR UN FONDO CONCURSABLE PARA
COMERCIALIZACIÓN, CONSUMO Y LA VALORIZACIÓN
CULTURAL DE LAS ALGAS CHILENAS**

El fondo apoyaría proyectos que desarrolleen contenido educativo –recetarios, tutoriales y cápsulas audiovisuales–, innovación en productos derivados, estrategias de marketing nutricional y actividades de rescate culinario con enfoque territorial y generacional, con el propósito de disminuir brechas de conocimiento, fomentar la conexión cultural con las algas y facilitar su acceso en mercados internos y externos.

Su alcance será nacional, con priorizaciones territoriales, y convoca como actores clave a comunidades recolectoras y organizaciones territoriales, escuelas de gastronomía y chefs locales, los ministerios de Agricultura, Cultura, Educación y Salud, centros de investigación y universidades, medios de comunicación regionales y plataformas digitales, así como distribuidores y empresas de alimentos saludables.

Con esta medida, se proyecta la inclusión de recetas con algas en programas escolares o comunitarios de alimentación saludable y el fortalecimiento de capacidades de actores locales para comercializar algas con valor agregado.

RECOMENDACIÓN N°49

IMPLEMENTAR UNA POLÍTICA PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LA SOSTENIBILIDAD⁶⁸

La propuesta plantea crear una política de promoción y subsidios para la adopción de energías renovables en plantas de procesamiento, en apoyo de la agenda nacional de sustentabilidad y reducción de emisiones.

Reconocer y valorizar los servicios ecosistémicos que aporta el cultivo de algas –captura de carbono, mejora de la calidad del agua, protección costera y soporte a la biodiversidad–, como elementos centrales en las estrategias de transición energética y sostenibilidad.

Esta valoración permitirá conectar la producción algal con políticas de acción climática, adaptación y desarrollo regenerativo, abriendo la posibilidad de acceder a financiamiento climático, pagos por servicios ecosistémicos y certificaciones de impacto.

Asimismo, se propone incorporar estos contenidos en los programas de formación técnica y educativa, fomentando una cultura productiva que integre principios de restauración ecológica y economía azul.

⁶⁸ Las recomendaciones N°49 y N°50 fueron desarrolladas por la submesa *Desarrollo y cultivo*.

RECOMENDACIÓN N°50**FOMENTAR PROMOCIÓN COMERCIAL
Y ARTICULACIÓN PRODUCTIVA**

La propuesta busca financiar y desarrollar un Programa de Fortalecimiento de Canales de Comercialización que facilite alianzas logísticas y mejore la distribución y el acceso a mercados nacionales e internacionales.

Esta política implica diseñar y evaluar la implementación de una estrategia de comercio electrónico para productos derivados de algas, incluida la formación en ventas digitales, marketing verde y acceso a plataformas especializadas de *e-commerce*.

También se considera la organización de misiones comerciales y ferias internacionales para promover estos productos, destacando su origen sostenible y alto valor nutricional, con el fin de posicionarlos firmemente en los mercados globales.

RECOMENDACIÓN N°51**ALINEAR INCENTIVOS ENTRE COMPRADORES,
INDUSTRIA Y SINDICATOS O AMERB/ACMU⁶⁹**

La propuesta plantea incentivar y priorizar la compra de recursos debidamente autorizada, como mecanismo general.

Para la implementación de esta medida, se sugiere estudiar una modalidad mediante la cual SERNAPESCA certifique a sindicatos, AMERB y ACMU, de forma que las algas provenientes de estas fuentes cuenten con un sello que garantice a los compradores un origen regular, facilitando y optimizando el proceso de fiscalización.

⁶⁹ La recomendación N°51 fue desarrollada por la submesa *Conservación, restauración y sostenibilidad*.

EJE 06.

Cooperación territorial y articulación multiactor

Es crucial la colaboración entre el Estado, las comunidades costeras, el sector privado, la academia y las organizaciones sociales. Para darle forma y continuidad a esta articulación, se plantea la creación de nodos regionales o mesas técnicas permanentes; el impulso a la asociatividad, a las redes de valor y a la cooperación público-privada; y la articulación entre las escalas local, regional y nacional, de modo que las decisiones sean coherentes y los beneficios se distribuyan con equidad territorial.

Estrategia integral para potenciar el capital social:

Se requiere el desarrollo de estrategias para la construcción (ver figura 4) y el fortalecimiento de redes colaborativas, coordinación e identidad, que promuevan una participación activa y una gobernanza inclusiva y resiliente, que aporten al fortalecimiento del capital social, por medio de acciones como las siguientes:

- **Crear espacios de encuentro:** que no sólo sirvan para la coordinación operativa, sino que activen procesos de confianza territorial, sentido de comunidad y aprendizaje colectivo. Estos espacios pueden fortalecerse con dinámicas de cocreación, mentoría entre pares y estrategias de liderazgo. La idea es fortalecer la organización comunitaria, incentivando la participación activa en la toma de decisiones, vigilancia ambiental y desarrollo productivo, con especial atención a las comunidades costeras tradicionalmente excluidas.
- **Optimizar la articulación institucional y coordinación público-privada:** para dar visibilidad al sector, promover políticas integrales y resilientes, así como facilitar el acceso a financiamiento y asistencia técnica.

- **Diseñar y ejecutar estrategias conjuntas de marketing:** posicionamiento de marca y comercialización, apoyándose en plataformas digitales y ferias especializadas, con el objetivo de ampliar la presencia del sector y fortalecer el reconocimiento de los productos algales chilenos en los mercados nacionales e internacionales.
- **Promover narrativas inclusivas y sostenibles para el valor del cultivo de algas:** comunicar el valor ecosistémico, regenerativo y cultural de los productos algales. Incorporar campañas que visibilicen historias locales, el rol de las mujeres algueras y el impacto restaurativo de la actividad, conectando con consumidores conscientes, tanto en Chile como a nivel internacional.
- **Establecer estrategias de seguimiento participativo:** donde las comunidades y organizaciones locales no sólo sean beneficiarias, sino también protagonistas del monitoreo y evaluación del proceso. Esto favorece la apropiación, la mejora continua y la legitimidad social de los programas implementados.

FIGURA 5

PILARES DE LA ESTRATEGIA INTEGRAL DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA ALGAL



Fuente: elaboración propia desde la coordinación de la submesa *Desarrollo y cultivo*.

RECOMENDACIÓN N°52

CONFORMAR UNA ALIANZA CUÁDRUPLE HÉLICE (INDUSTRIA-ACADEMIA/INVESTIGACIÓN-ESTADO-COMUNIDAD LOCAL) PARA FORTALECER LA COLABORACIÓN, LA GOBERNANZA Y EL VALOR AGREGADO DE LAS ALGAS⁷⁰

La propuesta plantea establecer una alianza entre la Industria, la academia/investigación, el Estado y la comunidad local (pescadores artesanales, cultivadores, recolectores y comunidades costeras e indígenas, cuando corresponda), para impulsar I+D+i+e (investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento), orientados a la generación de derivados de algas con mayor valor agregado, resguardando el uso responsable de los recursos y una distribución justa de beneficios. Asimismo, propone conformar alianzas estratégicas entre centros técnicos, universidades, empresas y organizaciones locales, garantizando financiamiento estable a mediano y largo plazo, y una articulación efectiva en los niveles regional y nacional, mediante una gobernanza participativa que incorpore las prioridades del territorio y mecanismos claros de coordinación, autorías y uso de datos y conocimientos.

Si bien hoy existe una industria de valor agregado, principalmente de agar-agar y carragenina⁷¹, aún existe capacidad de crecimiento en este sector. Por ello se propone que, aprovechando las experiencias y desarrollos de cada actor, se concrete una estrategia basada en sinergias y beneficios compartidos (“*win-win*”).

⁷⁰ La recomendación N°52 es el resultado de la fusión de dos propuestas generadas por la submesa de *Consumo y valorización y Desarrollo y cultivo*. Las propuestas originales eran: “Crear alianza entre la Industria, la Investigación y el Estado (IIE), correspondiente a la primera mesa mencionada” y “fortalecer redes de colaboración y gobernanza,” por parte de la segunda mesa mencionada. Esta decisión se tomó desde la edición en conjunto con el equipo de coordinación, para robustecer las propuestas y no generar duplicidad en el contenido recomendado por la mesa.

⁷¹ La carregenina es un polisacárido natural extraído de algas rojas marinas que funciona como espesante, gelificante y estabilizante en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica

Con alcance nacional, la iniciativa convoca a centros de investigación, a la industria –exportadores, procesadores y comercializadores (COPRAM)– y al Estado, específicamente ministerios de Ciencia, Relaciones Exteriores, Educación, Salud y Economía (INDESPA, SERNAPESCA, SUBPESCA).

Se espera la creación de nuevos productos a base de algas o mejoras en los productos actualmente elaborados. Para su seguimiento y evaluación, la Alianza IIE requerirá reunirse de manera regular y permanente, definir caminos a seguir, gestionar las metas propuestas y fiscalizar su cumplimiento.

Además, con esta medida, se plantea promover la creación de nodos regionales de colaboración multisectorial con mesas técnicas permanentes que respalden la gobernanza del desarrollo del cultivo, la transformación y la comercialización de productos derivados de recursos algales.

Asimismo, se evaluará la viabilidad de una Plataforma Nacional de Innovación en Algas para articular e integrar a actores públicos, privados, académicos y comunitarios, facilitando el intercambio de experiencias, tecnologías y buenas prácticas.

También es importante establecer instancias de coordinación interinstitucional que aseguren la continuidad de las iniciativas colaborativas, convirtiéndolas en espacios de aprendizaje y mejora continua.

Para avanzar en este propósito, se propone establecer un programa estratégico regional que implique constituir un comité asesor o entidad coordinadora especializada para el cultivo de algas, encargado de articular la investigación, gestión de bancos de germoplasma, innovación, estándares de calidad y fortalecimiento de la asociatividad sectorial.

RECOMENDACIÓN N°53**DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN FONDO QUE PERMITA GENERAR REDES ENTRE LOS ACTORES⁷²**

La propuesta pretende crear un fondo competitivo orientado a financiar proyectos asociativos que conecten a los actores clave de la cadena de valor de las algas –productores, transformadores, centros de I+D, distribuidores, consumidores, chefs, exportadores y autoridades locales–, con el propósito de articular redes de colaboración para el intercambio de conocimientos, necesidades y oportunidades.

Mediante estas alianzas se busca generar nuevas estrategias de valorización de productos algales y aumentar su aceptación y consumo en mercados locales e internacionales.

El alcance es nacional y convoca a comunidades costeras –incluidas aquellas con reconocimiento indígena–, recolectores y pescadores bentónicos organizados, empresas transformadoras y exportadoras, centros de investigación y universidades, así como a instituciones públicas vinculadas al fomento productivo y la gestión pesquera. También considera al sector gastronómico y turístico –chefs, restaurantes y operadores locales–, organizaciones de consumidores, fundaciones que promueven la alimentación saludable y sostenible, y plataformas de comercialización y distribución.

⁷² Las recomendaciones N°53 a la N°56 fueron desarrolladas por la submesa *Desarrollo y cultivo*.

RECOMENDACIÓN N°54

APOYAR POLÍTICA DE FOMENTO A LA COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA Y FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

Impulsar un marco legal para la colaboración público-privada con incentivos fiscales, promoviendo alianzas estratégicas entre productores, investigadores y expertos.

Esto se traduce en la implementación de programas nacionales de capacitación y formación continua para productores, enfocados en el cumplimiento de normativas, buenas prácticas, gestión sostenible y adaptación al cambio climático. También incluye la difusión de campañas de sensibilización que integren el conocimiento científico y tradicional del sector.

RECOMENDACIÓN N°55

ESTABLECER UNA LEY O POLÍTICA PARA EL FOMENTO DE COLABORACIONES PÚBLICO-PRIVADAS-ACADEMIA-COMUNIDADES

Incluir incentivos fiscales y mecanismos para la transferencia tecnológica y la extensión eficiente entre los diferentes actores.

La idea es proponer una ley de colaboración público-privada que contemple incentivos fiscales para proyectos conjuntos, así como la creación de redes de colaboración entre productores, investigadores, organismos no gubernamentales y expertos.

Por ejemplo, se busca impulsar programas de capacitación continua para los productores en normativas, buenas prácticas, gestión sostenible y adaptación al cambio climático, además de campañas de concientización y la integración de los conocimientos tradicionales y científicos para el desarrollo del sector.

RECOMENDACIÓN N°56**CREAR ÓRGANO COORDINADOR SECTORIAL
PARA EL CULTIVO DE ALGAS**

Establecer un comité asesor interinstitucional que articule la investigación científica, gestión de bancos de germoplasma, innovación tecnológica, establecimiento de estándares de calidad y fortalecimiento de la asociatividad, generando una gobernanza integral y eficiente del sector.

Para la modernización, coordinación administrativa y ordenamiento territorial, también se propone realizar una revisión integral del sistema de concesiones acuícolas, identificando barreras y propone mejoras para su agilización. Esto considera implementar sistemas modernos que permitan una comunicación y coordinación eficiente entre las instituciones reguladoras, promoviendo la digitalización de procesos y desarrollando procedimientos claros para los cultivos experimentales.

RECOMENDACIÓN N°57**FORMAR HUBS LOCALES PARA RESTAURACIÓN
Y DESARROLLO REGIONAL⁷³**

La propuesta plantea crear *hubs* locales integrados por el sector público, el sector privado, la academia –universidades, centros de formación técnica, institutos profesionales y liceos técnicos en acuicultura– y los gobiernos regionales y locales.

Estos hubs incorporarán los programas de restauración en la estrategia de desarrollo regional y en la agenda, de modo que queden reflejados en las políticas públicas y en las ERD⁷⁴.

⁷³ Las recomendaciones N°57 a la N°59 fueron desarrolladas por la submesa *Conservación, restauración y sostenibilidad..*

⁷⁴ Estrategias Regionales de Desarrollo.

RECOMENDACIÓN N°58

CREAR ESTRATEGIA NACIONAL DE FINANCIAMIENTO ARTICULADA: “ALGAHUB CHILE – PLATAFORMA VIRTUAL DE FINANCIAMIENTO PARA EL USO SOSTENIBLE, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ALGAS”

La propuesta diseña e implementa una estrategia nacional de financiamiento público-privada y multiescalar –integrando gobiernos, ONG y empresas en niveles local, provincial, regional y nacional– para fortalecer el uso sostenible, la conservación y la restauración de recursos y ecosistemas algales en Chile.

Esta estrategia cubre tres áreas: (i) Financiamiento de acciones científicas, técnicas y comunitarias, evaluación de stocks y de ecosistemas asociados, planes de manejo de praderas y bosques de algas, I+D para métodos de uso sostenible (extracción y cultivos), conservación y restauración. (ii) Fortalecimiento de la fiscalización y del cumplimiento normativo, capacitación de fiscalizadores (como Armada/DIRECTEMAR, Carabineros, municipios y tribunales), capacitación de usuarios en el sistema de trazabilidad de SERNAPESCA y mejoras tecnológicas para certificación de origen. (iii) Desarrollo de capacidades ciudadanas, educativas y comunitarias –educación ambiental para escuelas y comunidades costeras–, apoyo a proyectos de ciencia ciudadana y transferencia de capacidades a organizaciones costeras (como talleres, giras técnicas y materiales), especialmente en AMERB⁷⁵ y otras zonas de manejo.

Como política integrada, vía un *Hub* Financiero Virtual, denominado AlgaHub Chile, se propone implementar una plataforma digital colaborativa con cinco módulos: explorador de fondos concursables (base de datos de fuentes), postulación guiada (formulación alineada a criterios), conectividad activa (*networking* entre ciencia, ONG, comunidades y empresas), métricas en vivo (*dashboard* de impacto ambiental y financiero) y biblioteca de conocimiento (documentación técnica, bases legales y casos).

La elegibilidad contempla postulaciones individuales o consorcios (universidades, centros, empresas, ONG y organizaciones comunitarias), en proyectos que se enmarquen en las tres áreas señaladas. Las fuentes de financiamiento incluyen, a nivel nacio-

⁷⁵ Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).

nal, ANID, Corfo, INDESPA, FIC⁷⁶ Regionales/FRPD⁷⁷ y Fondo Naturaleza Chile, además de fundaciones; y, a nivel internacional, BID⁷⁸, Banco Mundial, PNUD⁷⁹/PNUMA⁸⁰, GEF⁸¹, *Blue Nature Alliance*, *Ocean Conservation Fund*, GCF⁸² y *OceanKind*, entre otras.

El sistema de gobernanza es multinivel, colaborativo y transparente, que incluiría: (i) Consejo directivo multiactor, con la participación de MINECON (coordinación nacional), MMA, SUBPESCA, ANID, Corfo, INDESPA, expertos (por ejemplo, Fundación Chile y Fondo Naturaleza Chile), universidades (en sistema rotativo), representante de organizaciones de pescadores (rotativo) y del sector privado. (ii) Secretaría Técnica Ejecutiva, a cargo de la operación de la plataforma, gestión de fondos, monitoreo y soporte, alojada en una institución con experiencia en plataformas y sostenibilidad marina. (iii) Comités consultivos temáticos, para la restauración ecológica; producción sostenible y bioeconomía azul; evaluación ambiental y carbono azul; género e inclusión; y mecanismos de participación ciudadana, mesas regionales, consulta abierta en línea y transparencia de resultados mediante *dashboard* público.

El alcance institucional considera al Ministerio del Medio Ambiente, SERNAPESCA, SUBPESCA, gobiernos regionales y locales; el ámbito territorial prioriza zonas costeras con praderas y bosques de algas, en especial macrozonas con AMERB y concesiones acuícolas; y la escala temporal es de diez años con revisiones bianuales o trianuales.

El plan convoca como actores principales a ministerios (MMA, MINECON, MCTCI), SERNAPESCA, SUBPESCA, CONAF, GORE, INDESPA; organizaciones de pescadores con o sin AMERB⁸³; universidades y centros (por ejemplo, CEAZA⁸⁴, IDEAL⁸⁵); ONG

⁷⁶ Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC).

⁷⁷ Fondo Regional para la Productividad y el Desarrollo (FRPD).

⁷⁸ Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

⁷⁹ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

⁸⁰ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

⁸¹ Global Environment Facility (GEF).

⁸² Green Climate Fund (GCF).

⁸³ Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos.

⁸⁴ Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).

⁸⁵ Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL).

(WWF⁸⁶, Oceana, WCS⁸⁷, TNC⁸⁸); gremios (SONAPESCA⁸⁹, AMICHILE⁹⁰, SALMONCHILE); además de DIRECTEMAR, Carabineros, tribunales ambientales, instituciones educativas y medios locales.

Entre los resultados esperados figuran el aumento sostenido de proyectos financiados y replicables de conservación y restauración algal, el fortalecimiento del sistema nacional de trazabilidad y fiscalización, mayor participación ciudadana en monitoreo y gestión local, disminución de recolección ilegal e impactos sobre hábitats algales, y una mayor resiliencia ecosistémica y valoración ecológica, social y económica de las algas.

El seguimiento y evaluación se basará en indicadores clave –hectáreas restauradas, cumplimiento normativo por región, participación comunitaria (personas capacitadas, proyectos ejecutados), inversión anual por fuente– y en una evaluación externa cada dos o tres años con participación multisectorial.

RECOMENDACIÓN N°59

ESTABLECER PLAN ESTRATÉGICO DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y ARTICULACIÓN PÚBLICO-PRIVADA

Implementar un plan de transferencia de conocimiento que articule la participación de entidades públicas, como Ministerio de Economía, gobiernos regionales, municipalidades, universidades, institutos y centros públicos, servicios y subsecretaría de Fuerzas Armadas, junto con entidades privadas, como asociaciones gremiales, de pescadores artesanales, empresas, universidades y ONG, y establecimientos educacionales, como colegios técnico-profesionales, CFT e institutos profesionales.

El objetivo de esta propuesta es integrar, mediante convocatorias y coordinación, a los distintos actores para transferir información,

⁸⁶ World Wildlife Fund (WWF).

⁸⁷ Wildlife Conservation Society (WCS).

⁸⁸ The Nature Conservancy (TNC).

⁸⁹ Sociedad Nacional de Pesca.

⁹⁰ Asociación Gremial de Mitilicultores de Chile.

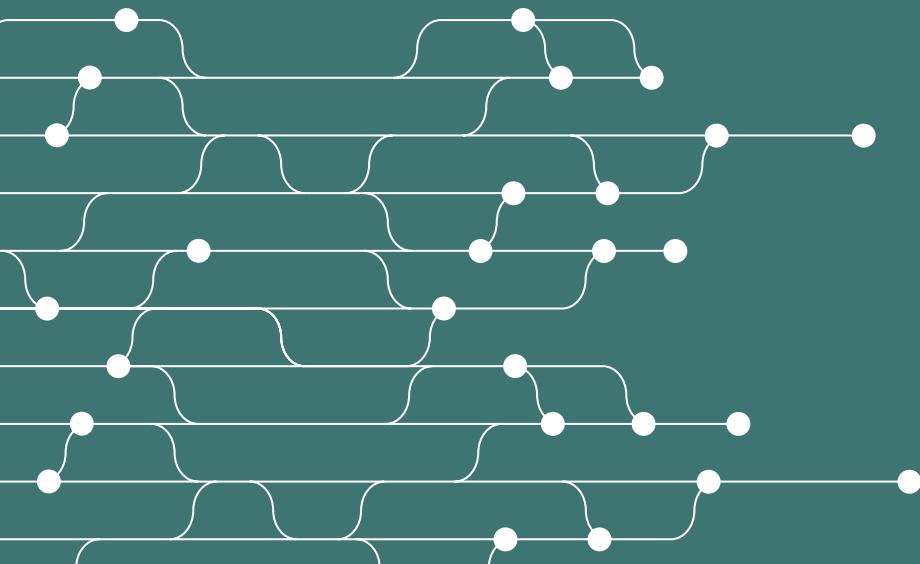
conocimiento científico y saberes locales, promoviendo la formación de capacidades y la interacción entre el sector privado, los establecimientos técnico-profesionales y la comunidad, a fin de fortalecer la formación técnica y generar capital humano especializado con reconocimiento social.

Se requiere la participación de los ministerios de Economía (SUBPESCA, SERNAPESCA), de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (PAR Explora), Medio Ambiente y Educación, con despliegue nacional y énfasis en sectores deteriorados y sobreexplotados. Además, se necesita convocar y articular a generadores de conocimiento y usuarios, diseñando una estrategia coordinada de trabajo colaborativo e interinstitucional que incluya mecanismos formales de coordinación, canales de comunicación efectivos, espacios de encuentro y diálogo (talleres, seminarios, mesas técnicas), herramientas para la planificación y seguimiento de acciones conjuntas y planes de difusión a la comunidad.

Para su implementación se demanda la participación activa y articulada de instituciones generadoras de conocimiento, sector público (MINECOM, SUBPESCA, SERNAPESCA, gobiernos regionales, entre otros), sector privado y sociedad civil en distintos territorios.

Como resultados, se definirán acciones para el financiamiento y la formación de capital humano capaz de realizar la transferencia de conocimiento, conservación y restauración de algas. El seguimiento y la evaluación consideran un catastro de técnicos y profesionales con aptitudes para la transferencia en conservación y restauración de algas y la evaluación de impactos de dicha transferencia en actores públicos, privados y sociedad civil, reflejados en cambios en políticas públicas y reglamentación asociada a algas.

VII. VISIÓN DE CONJUNTO DE LAS PROPUESTAS POR EJES TRANSVERSALES



Al proyectar un mejor desarrollo en el largo plazo, las propuestas de las tres submesas, aunque formuladas desde miradas y especialidades distintas, convergen en una visión estratégica compartida que reconoce la complejidad ecológica, productiva, social y territorial del sector algal.

La siguiente síntesis pretende organizar este esfuerzo colectivo en los mismos seis ejes transversales que permiten comprender, de manera integrada y sintética, los desafíos y oportunidades que enfrenta Chile para avanzar hacia un modelo sostenible, innovador y territorialmente pertinente.

Esta lectura de conjunto no busca redundar en cada recomendación, detallada en el capítulo anterior, sino ofrecer un marco interpretativo que permita el análisis de cómo se articulan entre sí y qué horizonte común proyectan para el país, para facilitar la priorización, como el diseño e implementación de políticas públicas.

EJE 01.

Gobernanza, institucionalidad y marco normativo

Marco regulatorio robusto para fortalecer la articulación institucional y la trazabilidad del sector algas

A lo largo del conjunto de propuestas se refuerza la necesidad de establecer marcos legales actualizados, con figuras regulatorias específicas para el cultivo, la extracción, el procesamiento, la comercialización y la innovación basada en recursos algales. Esto incluye normativas claras para bioseguridad, manejo de residuos, evaluación ambiental, buenas prácticas y estándares internacionales de inocuidad, trazabilidad y certificación. La actualización y consolidación de estas reglas busca dar certeza jurídica, mejorar la fiscalización y reducir la informalidad, sin perder de vista la protección de los ecosistemas y la sostenibilidad del territorio marino chileno.

Otro componente central es la creación de instancias o plataformas de coordinación interinstitucional, capaces de articular ministerios, organismos sectoriales, gobiernos regionales, centros científicos, comunidades costeras e industria. Esta coordinación permitiría superar la actual duplicidad de funciones y avanzar hacia una toma de decisiones coherente, basada en evidencia y con participación territorial. La gobernanza también requiere integrar el conocimiento local y ancestral, especialmente en zonas con manejo comunitario del borde costero, fortaleciendo así la legitimidad social de las políticas.

El eje también subraya el reforzamiento de mecanismos de fiscalización y sanciones. Las propuestas apuntan a mejorar la trazabilidad de los flujos productivos, profesionalizar la vigilancia en terreno, actualizar registros sectoriales e implementar sanciones proporcionales para combatir actividades ilegales o prácticas que afecten procesos de restauración o repoblamiento. Esto busca equilibrar incentivos y responsabilidades, asegurando que

los actores que cumplen la normativa no compitan en desventaja frente a quienes no lo hacen.

En conjunto, este eje propone una transformación estructural de la gobernanza del sector, avanzando desde un modelo reactivo y fragmentado hacia una institucionalidad moderna, coordinada, transparente y orientada al desarrollo sostenible. La conclusión integradora es clara: sin un marco regulatorio y administrativo robusto, ágil y basado en ciencia, ninguna estrategia de innovación, restauración o desarrollo productivo podrá sostenerse en el tiempo. Un nuevo pacto institucional para las algas es la condición habilitante del resto de los ejes.

EJE 02.

Ciencia, tecnología e innovación aplicada

Agenda priorizada de I+D+i+e para generar, aplicar, difundir y transferir conocimiento biológico y ecológico en soluciones tecnológicas y de emprendimiento

En este eje se articula la convicción transversal de que el futuro de las algas en Chile depende de cerrar brechas científicas, tecnológicas y de información que hoy limitan tanto la conservación como la producción sustentable. Las tres submesas coinciden en que la base científica actual es insuficiente para sostener una industria moderna de cultivo, procesamiento y diversificación de productos, especialmente considerando la urgencia climática y la presión sobre los ecosistemas costeros. Por ello, el eje plantea una agenda intensiva de I+D+i+e orientada a resultados verificables y con pertinencia territorial, vinculado a empresas y nuevos negocios, impulsando la bioeconomía azul.

El conjunto de propuestas aborda la necesidad de generar conocimiento biológico y ecológico fundamental: ciclos de vida, genética, fisiología, control abiótico, variabilidad estacional, riesgos sanitarios, enfermedades y dinámica de poblaciones naturales. A ello se suma la necesidad de clarificación taxonómica, bancos genéticos, repositorios abiertos de información y sistemas de monitoreo. Todo esto apunta a construir una base sólida que permita diseñar normativas más precisas, estrategias de manejo más efectivas y procesos productivos más seguros.

La innovación tecnológica también es un componente central. Las submesas coinciden en impulsar *hatcheries* de alto estándar, infraestructuras regionales de investigación, tecnologías limpias de procesamiento, automatización, biorrefinerías, economía circular y soluciones para valorizar subproductos. La innovación no sólo se orienta a aumentar productividad, sino también a mejorar trazabilidad, reducir impactos ambientales y posicionar a Chile como

referente en bioproductos, biomateriales, alimentos funcionales y bioeconomía azul.

Otro eje común es la transferencia tecnológica. Las propuestas buscan asegurar que el conocimiento no quede restringido a centros especializados, sino que fluya hacia comunidades costeras, emprendedores, pymes, cooperativas y gobiernos regionales. Se promueve un modelo colaborativo donde ciencia, industria y territorio converjan en plataformas abiertas, redes de extensión, mecanismos de difusión y procesos de formación que integren saber local y evidencia científica.

Este eje proyecta un sistema nacional de ciencia e innovación para las algas, descentralizado y conectado con necesidades productivas, regulatorias y ecológicas. La conclusión integradora es que Chile debe apostar por una innovación con propósito: avanzar científicamente no sólo para competir en mercados globales, sino para asegurar restauración, soberanía tecnológica y un desarrollo algal coherente con la protección del mar.

EJE 03.

Formación, educación y capital humano

Profesionalización y fortalecimiento del capital humano del sector, con formación integral, enfoque territorial e inclusión social

Este eje reconoce que el desarrollo del sector algal es inseparable de las capacidades humanas que lo sostienen. Las tres submesas identifican una brecha estructural en competencias técnicas, científicas y comunitarias, que limita tanto la formalización productiva como la innovación, la gestión ambiental y la gobernanza territorial. Por ello, el eje propone una agenda amplia de formación, educación formal e informal, certificación y sensibilización social que abarque desde escuelas hasta comunidades costeras y centros técnicos.

Un primer ámbito es la profesionalización del sector. Las propuestas buscan generar programas de formación técnica en cultivo, procesamiento, inocuidad, bioseguridad, manejo sostenible, innovación alimentaria y emprendimiento, con trayectorias flexibles e integradas a la realidad territorial. Esto incluye certificaciones laborales, programas de capacitación continua, guías técnicas y articulación con instituciones educativas, centros de formación técnica y universidades.

El eje también incorpora una dimensión educativa más amplia. Las submesas coinciden en la importancia de incluir contenidos sobre algas en el currículum escolar –ciencia, tecnología, territorio, alimentación saludable, cambio climático– para formar nuevas generaciones conscientes del valor ecológico y productivo del mar. A esto se suman iniciativas de educación comunitaria, talleres territoriales, ciencia ciudadana y rescate de saberes ancestrales, especialmente vinculados a recetas tradicionales, usos alimentarios y prácticas de manejo.

Otro elemento es la inclusión social y territorial. Las propuestas subrayan el rol transformador de mujeres, jóvenes y pueblos

originarios en el sector, promoviendo metodologías participativas, liderazgo local, fortalecimiento comunitario y articulación entre actores educativos, productivos y científicos. Este enfoque asegura que la transición hacia una economía de las algas no reproduzca desigualdades históricas, sino que impulse cohesión social y oportunidades locales.

Finalmente, el eje enfatiza la importancia de vincular formación con desarrollo productivo real. Esto implica articular programas educativos con necesidades empresariales, centros tecnológicos, pymes, cooperativas y mercados, asegurando que la formación genere empleabilidad y capacidades efectivas para la transición productiva y ecológica.

En conclusión, este eje busca construir un ecosistema de capital humano para el mar, fortaleciendo competencias, identidad territorial y capacidades técnicas que permitan un desarrollo regenerativo, inclusivo y sostenible del sector algal.

EJE 04.

Sustentabilidad ecológica, conservación y restauración

Hacia un uso sustentable de las algas y una acuicultura ecológicamente restaurativa, orientados a proteger, restaurar y fortalecer la resiliencia ecológica de praderas marinas y ecosistemas asociados

Las tres submesas coinciden en que la base de cualquier estrategia para el sector algal es la salud de los ecosistemas. Este eje, por tanto, articula las propuestas que buscan proteger, restaurar y asegurar la resiliencia ecológica de praderas, bosques marinos y ecosistemas asociados. Se reconoce que la actividad extractiva, el comercio informal, la falta de regulación y el cambio climático han deteriorado áreas críticas, por lo que se requiere un salto cualitativo hacia una gestión ecosistémica robusta.

Las propuestas incluyen programas de conservación regional, restauración de praderas, manejo de bancos naturales y protección de especies fundacionales. Se plantea avanzar en sistemas de alerta temprana, monitoreo de riesgos biológicos, protocolos rigurosos de bioseguridad, criterios para translocación y fortalecimiento de herramientas científico-técnicas para detectar enfermedades, especies invasoras o deterioro poblacional.

Otro elemento clave es la valorización de los servicios ecosistémicos. Las submesas proponen incorporar la captura de carbono, la purificación del agua, la provisión de hábitat y valores culturales en la planificación del cultivo, en la zonificación y en los modelos de acuicultura regenerativa. Esto permitiría orientar inversiones, justificar financiamiento verde y promover prácticas productivas que aporten beneficios ambientales netos.

El eje también aborda la generación de datos ecológicos, taxonómicos y ambientales, así como la creación de repositorios abiertos y bancos genéticos. Esta información es fundamental para mejorar decisiones regulatorias, diseñar estrategias de restauración

basadas en evidencia y desarrollar tecnologías de cultivo que no comprometan la diversidad genética y funcional de las especies nativas.

En su conjunto, este eje propone una transición hacia una acuicultura ecológicamente restaurativa, donde cada intervención –sea productiva, normativa o tecnológica– esté alineada con la protección del mar. La conclusión integradora es que la sostenibilidad ecológica no es un complemento, sino la condición estructural para el desarrollo futuro del sector y para la conservación del patrimonio marino del país.

EJE 05.

Desarrollo productivo, diversificación y mercado

Líder en desarrollo productivo y la diversificación del sector, impulsando una bioeconomía azul innovadora y competitiva en mercados nacionales e internacionales

Las propuestas de las tres submesas coinciden en que Chile posee un potencial significativo para posicionarse como líder regional en industrias basadas en algas, pero su actual estructura productiva limita la captura de valor. Por ello, este eje propone avanzar desde un modelo primario orientado a exportar materia prima hacia una economía sofisticada basada en bioproductos, innovación y sostenibilidad.

El eje aborda la necesidad de actualizar y armonizar clasificaciones regulatorias, especialmente para consumo humano, nuevos alimentos (*Novel Food*), productos de valor agregado y usos industriales emergentes. Esto permitiría facilitar la formalización, mejorar la calidad y habilitar certificaciones que aumenten la competitividad nacional e internacional.

Otro componente clave es la promoción del consumo interno mediante campañas de educación nutricional, gastronomía, recetarios, integración en guías alimentarias, programas escolares y trabajo con JUNAEB. Se busca instalar las algas como un alimento saludable, culturalmente significativo y sostenible, ampliando su base de demanda y diversificando los canales de comercialización.

A nivel internacional, el eje propone estrategias de marketing, inteligencia comercial, *benchmarking*, posicionamiento país, fortalecimiento de cadenas logísticas y desarrollo de plataformas digitales de comercio. La articulación con ProChile, el sector privado y ecosistemas de innovación permitiría ampliar mercados, diversificar destinos y crear marcas diferenciadas basadas en calidad, origen y sostenibilidad.

Finalmente, el eje integra una visión productiva y tecnológica de largo plazo: transición energética en plantas de procesamiento, alianzas con la industria, incentivos para prácticas sostenibles, apoyo a *startups* y encadenamientos productivos, y evaluación permanente de brechas y oportunidades.

En conjunto, este eje propone un salto competitivo para Chile: pasar de exportar algas crudas a liderar una bioeconomía azul innovadora, sofisticada y ambientalmente responsable.

EJE 06.

Cooperación territorial y articulación multiactor

Articular actores y territorios para integrar desarrollo, dinamismo productivo y cohesión social en torno a las algas

Las tres submesas coinciden en que uno de los desafíos centrales para consolidar el desarrollo de la economía de las algas es la falta de estructuras permanentes que permitan coordinar, a escala local y nacional, a los múltiples actores que intervienen en el sector.

Este eje plantea que la cooperación territorial y la articulación multiactor no son elementos complementarios, sino la infraestructura social y organizacional necesaria para que cualquier avance normativo, productivo, ecológico o formativo pueda sostenerse de manera duradera. El país requiere, por tanto, mecanismos estables que conecten actores diversos y que permitan decisiones coherentes en territorios con realidades ecológicas, productivas y culturales muy distintas.

En este contexto, las propuestas llaman a establecer instancias de colaboración estructuradas, orientadas a superar la fragmentación actual entre instituciones públicas, industria, comunidades costeras, centros de investigación, organizaciones sociales y gobiernos regionales. La creación de alianzas formales –como la Industria-Investigación-Estado (IIE)– permitiría compartir información estratégica, coordinar acciones, alinear prioridades y evitar duplicidades, generando un marco operativo que favorezca la construcción de visiones compartidas y la identificación temprana de brechas u oportunidades emergentes.

El eje también subraya la importancia del territorio como espacio de articulación. Las submesas proponen desarrollar nodos regionales o *hubs* locales que reúnan a autoridades, actores productivos, entidades educativas y organizaciones comunitarias, de modo que la agenda algal responda a las especificidades de cada

zona costera. Estos espacios no sólo facilitan la coordinación operativa, sino que permiten que los territorios generen estrategias propias, definan prioridades locales y participen activamente en la configuración de la política pública. El objetivo es que la toma de decisiones no sea exclusivamente centralizada, sino coconstruida con quienes habitan, gestionan y conocen el maritorio.

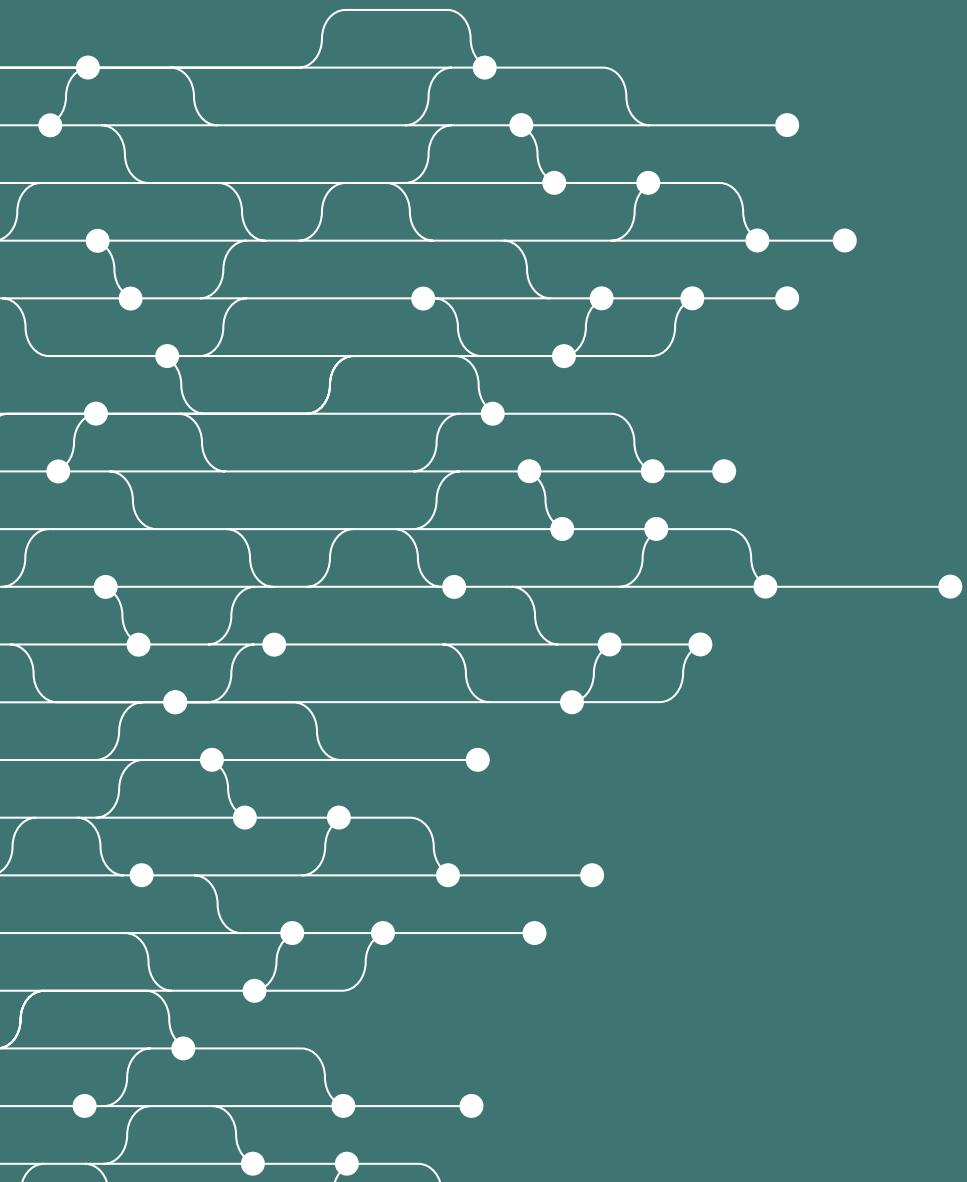
En coherencia con este enfoque, las propuestas plantean la implementación de una Estrategia Nacional de Financiamiento y Articulación –AlgaHub Chile–, concebida como una plataforma público-privada que permita articular y canalizar fondos nacionales e internacionales hacia proyectos de I+D, conservación y restauración, escalamiento productivo y fortalecimiento comunitario. AlgaHub Chile operaría como un hub articulador del ecosistema algal, conectando a los nodos territoriales con comunidades locales, pesca artesanal, gobiernos regionales, universidades, centros de investigación y actores internacionales interesados en invertir en el desarrollo sostenible de la economía de las algas.

Asimismo, este eje plantea la necesidad de instrumentos de fomento diseñados para fortalecer la colaboración, tales como fondos asociativos que impulsen proyectos conjuntos entre productores, comercializadores, centros de I+D, comunidades costeras y actores del ámbito gastronómico, turístico o exportador. El énfasis está en promover iniciativas donde la cooperación genere resultados que ningún actor podría alcanzar de manera aislada: nuevas cadenas de valor, fortalecimiento de redes locales, intercambio de aprendizajes y diversificación de usos y mercados.

En última instancia, este eje propone avanzar hacia una gobernanza relacional, donde la coordinación no se limite a reuniones puntuales, sino a un sistema de vínculos estables y mecanismos de comunicación efectivos que permitan sostener procesos de largo plazo.

La economía de las algas requiere un entramado institucional y territorial que funcione como plataforma de colaboración continua. Sólo a través de una articulación multiactor robusta, con protagonismo territorial y con incentivos adecuados para cooperar, es posible consolidar un sector capaz de integrar desarrollo local, dinamismo productivo y cohesión social en torno al mar.

VIII. CONCLUSIÓN

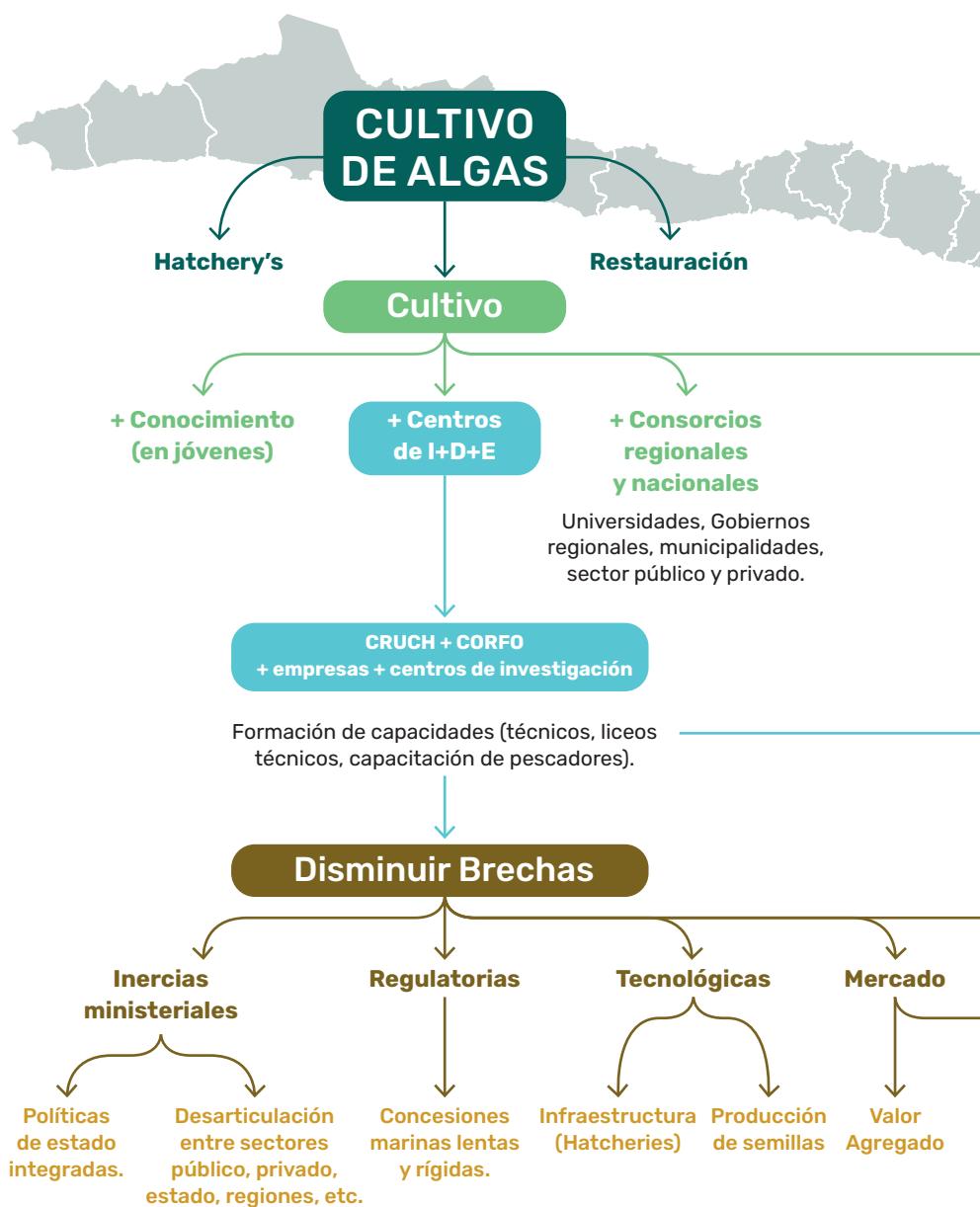


El momento de sembrar el futuro de las algas en Chile es ahora

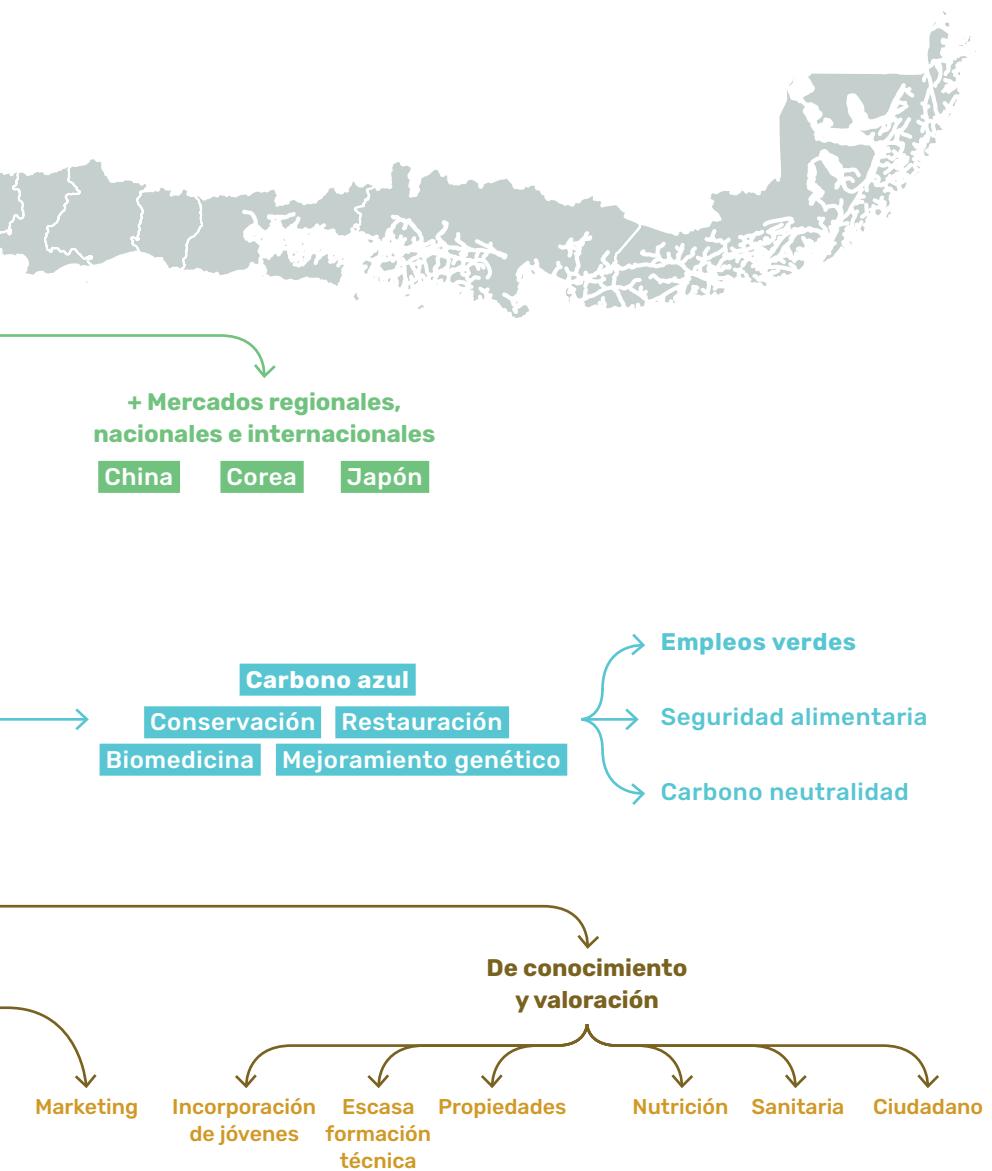
Tras este trabajo, y sobre todo a raíz de las múltiples reflexiones compartidas para aportar a una hoja de ruta respecto al ecosistema de las algas, podemos concluir que Chile se asoma al 2050 con una oportunidad histórica: podemos transformar la extensa y rica costa de nuestro país en el motor de una nueva economía, una que sea azul, sostenible e inteligente.

Esta convicción se expresa en que nuestro país puede tejer, desde sus territorios, una alianza potente entre sector público y privado, pesca artesanal, comunidades costeras e instituciones como Subpesca. Para comprender este inmenso reto de transformación, que involucra empujar avances en gestión y políticas públicas, Andrés Mancilla, coordinador general de la Mesa Algas y el futuro del mar, realizó el siguiente cuadro:

FIGURA 6

GENERANDO UN ECOSISTEMA I+D+i+e,
DESDE LA ECONOMÍA AZUL CHILENA

“Las algas marinas como eje transformador”



Frente a este megadesafío, el riesgo de la inacción nos puede condenar a la irrelevancia en un mercado global en auge, con las pérdidas socioeconómicas por no tomar las oportunidades de innovar a tiempo y a la degradación de un patrimonio natural invaluable, que está, además, directamente relacionado a nuestra identidad nacional⁹¹.

Sabemos que el estancamiento actual es el resultado de brechas que hoy hemos identificado y para las cuales existen soluciones concretas, si es que logramos voluntad política de todos los actores para aprovechar esta ventana de oportunidad.

Después de un largo recorrido, las herramientas se ven más claras y alcanzables; por ejemplo, se deben impulsar consorcios con gobiernos regionales que articulen una red en todo el país, donde participen alcaldes, municipalidades, institutos profesionales, centros de formación técnica y universidades.

Esta red nacional también dialoga con el mundo, a través de convenios internacionales, el compromiso de Cancillería y las campañas de Marca Chile, entusiasmando al sector privado con señales nítidas para involucrarse, con metas, reglas claras y coinversión.

En este proceso nos hemos reencontrado con nuestro principio rector como investigadores, emprendedores y expertos: la prioridad por innovar, que no es otra cosa que aplicar ciencia básica a problemas reales. Y la receta está en nosotros, en volver a la esencia de lo que somos.

Con orgullo podemos decir que el buen desempeño de esta mesa se explica por la integración de saberes y pasión aportadas desde los sectores público y privado, la pesca artesanal y las comunidades costeras, desde los territorios y cada orilla, sumando a instituciones clave y orientando el trabajo hacia soluciones.

Parte importante del valor de esta travesía estuvo en convocar a los diferentes actores desde una base de conocimiento: las mesas lideradas por expertos y expertas, sobre todo desde el liderazgo

⁹¹ Frente a la inacción, ver ANEXO 1: ANÁLISIS DE MEGATENDENCIAS Y ESCENARIOS FUTUROS.

académico, fueron clave para avanzar desde la evidencia e integrar otros saberes, sin perder de vista que la innovación nace de la tecnología aplicada. Sin este sustento colaborativo, la innovación se debilita.

Entre los hallazgos más notorios, observamos trabas entre instituciones del Estado. También hablamos de la “Amazonía sumergida”, idea que cobra cada vez más importancia en el planeta. Solemos repetir que los bosques son el “pulmón del mundo”, pero si se comparan sus tiempos de crecimiento con los de las algas, se nos abre un campo de perspectivas exponenciales.

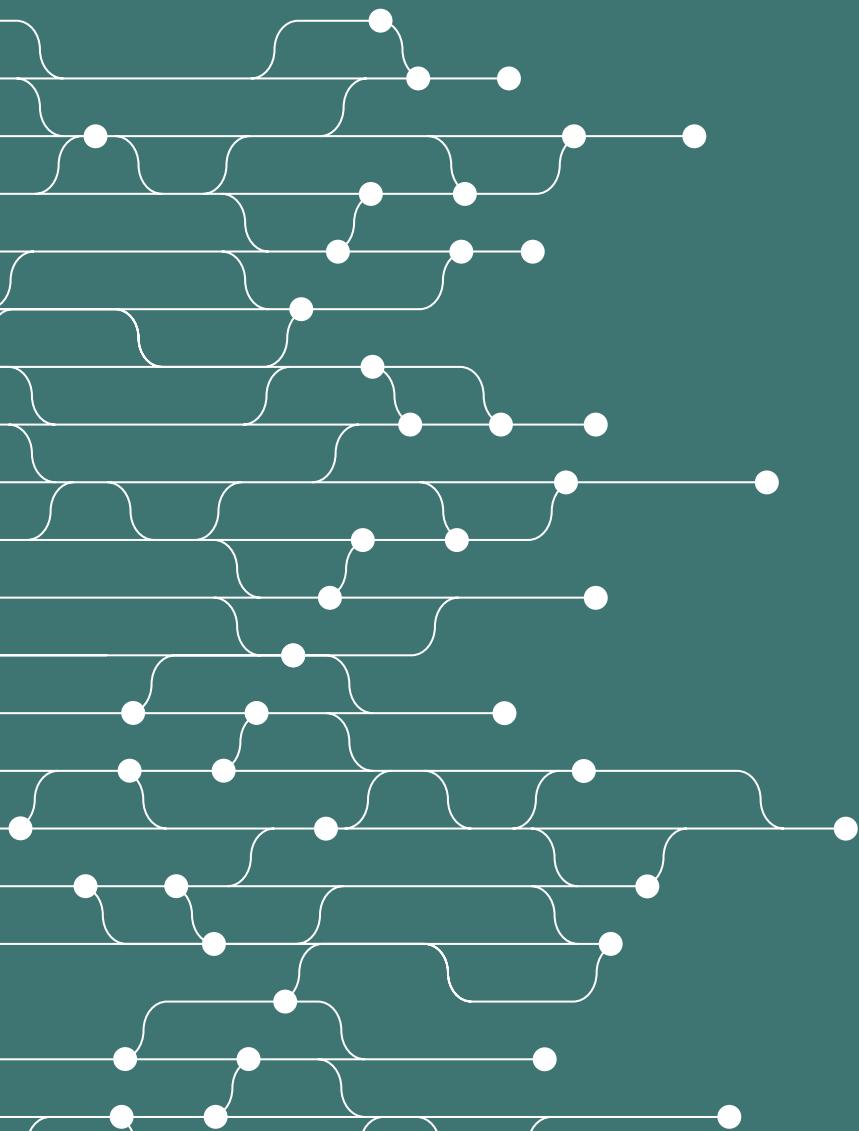
Desde la coordinación general de la mesa, agradecemos la espectacular capacidad de articulación del *Hub* de Políticas Públicas de la Fundación Encuentros del Futuro, que nos permitió llegar a puerto: al definirnos plazos, aportarnos metodología, entregarnos un guión y, sobre todo, convocarnos cada vez que fue necesario.

Sigamos en esta tarea desde instancias como esta Mesa de Algas y el futuro del mar, de Proyecta Chile 2050. Atrevámonos a pensar en grande y formemos los consorcios regionales; fijemos hitos trimestrales y levantemos pilotos en los territorios y costas. Que cada caleta, cada municipio y cada aula sea un nodo de esta red. Con generosidad, rigor y ánimo de colaboración, pasemos de una vez de los diagnósticos a los resultados que Chile tanto necesita.

Con todo, podemos decir que los aportes a la hoja de ruta para el desarrollo de las algas, presentada en este documento, es más que una colección de propuestas; es una visión de país. Una donde la ciencia y el conocimiento ancestral colaboran, donde las comunidades costeras se empoderan, y donde el Estado actúa como un articulador estratégico y eficiente, y no como un mero administrador de la escasez. Pasar del extractivismo al cultivo, de la materia prima al valor agregado y de la fragmentación a la colaboración forman parte del salto cuántico que necesitamos.

Implementar esta agenda requiere audacia, visión de largo plazo y un profundo compromiso de los líderes políticos, el sector privado, la academia y la sociedad civil. La tarea es desafiante, pero la recompensa es inmensa: un futuro más próspero, equitativo y en armonía con nuestro océano. El momento de sembrar el futuro de las algas en Chile es ahora.

IX. ANEXOS



ANEXO 1.

Análisis de megatendencias y escenarios futuros

El sector algal chileno será afectado por fuerzas globales transformadoras. El cambio climático posiciona a las algas como una solución clave por su capacidad de captura de carbono y su rol en la restauración de ecosistemas, pero también como una amenaza por la alteración de las condiciones oceánicas.

La megatendencia de salud y bienestar impulsa la demanda de “súper alimentos” y de nuevas fuentes de proteínas sostenibles y saludables, donde las algas son protagonistas. Al mismo tiempo, los avances en biotecnología y genómica ofrecen herramientas para optimizar cultivos y desarrollar nuevos bioproductos con un valor ambiental y económico sin precedentes.

A partir de estas fuerzas, se pueden perfilar dos futuros radicalmente distintos para Chile al 2050:

01.

ESCENARIO INERCIAL:

“Una costa desaprovechada”

Si no se toman acciones decisivas, Chile seguirá la trayectoria actual. Para 2050, la dependencia del extractivismo habrá degradado severamente las praderas naturales, comprometiendo la biodiversidad y la resiliencia costera. La acuicultura seguirá estancada, limitada a unas pocas especies y con tecnologías obsoletas. El país observará desde la barrera el auge de la bioeconomía global, relegado a ser un exportador de materia prima barata y volátil.

La fragmentación regulatoria y la falta de inversión ahogarán la innovación. Las comunidades costeras, sin nuevas oportunidades, verán un declive en sus medios de vida y un éxodo de las generaciones más jóvenes.

La desconfianza y la desarticulación entre los actores serán la norma. Chile habrá fracasado en capitalizar uno de sus mayores activos estratégicos.

02.

ESCENARIO TRANSFORMADOR:

“Chile, potencia en bioeconomía azul”

Si se adoptan las propuestas de este trabajo, Chile se convertirá en un referente mundial en el cultivo sostenible de algas. Para 2050, un marco legal actualizado y adaptativo, con una estrategia de financiamiento articulada (AlgaHub Chile), habrán atraído inversión y fomentado la innovación.

Se contará con una robusta red de I+D+i+e a lo largo del país, con centros tecnológicos y *hatcheries* macrozonales, con bancos de semillas y de germoplasma, además de centros de conservación especializados, los cuales proveerán “semillas” de calidad de especies nativas, permitiendo así proteger la diversidad genética, acelerar el escalamiento de la producción y fomentar la innovación en productos de alto valor.

Chile exportará al mundo productos de alto valor agregado: alimentos funcionales, nutracéuticos, bioplásticos y cosméticos. El consumo de algas será parte de la identidad nacional, integrado en las guías alimentarias del MINSAL, los programas escolares (JUNAEB) y la gastronomía de vanguardia.

El cultivo de algas será un pilar de la acción climática nacional, generando créditos de carbono y restaurando ecosistemas marinos. Las comunidades costeras, con capital humano especializado y fuertes redes de colaboración, liderarán una economía azul próspera, equitativa y resiliente.

La colaboración entre el sector público y privado ha sido clave para desarrollar una cadena de valor eficiente, desde el cultivo hasta el consumidor final.

ANEXO 2.

Análisis comparado en materia de desarrollo y cultivo⁹²

PAÍS	CHILE
ENFOQUE	<ul style="list-style-type: none"> Chile es uno de los principales productores de algas en el mundo (recolección). El país ha desarrollado un marco legislativo específico que regula la recolección de algas, con un fuerte enfoque en el manejo del recurso. La industria de algas nacional incluye especies de <i>Macrocystis</i> y <i>Lessonia</i>, que se utilizan en la alimentación, cosmética y productos farmacéuticos.
POLÍTICAS	<ul style="list-style-type: none"> Se han establecido programas de capacitación para comunidades costeras y mujeres, lo que ha mejorado la participación social con el potencial de generar empleo en el sector. Además, se han desarrollado marcos regulatorios que incentivan prácticas de cultivo sostenible y han fomentado la inclusión social a través de programas que apoyan a comunidades costeras.
RESULTADOS	<ul style="list-style-type: none"> El país ha sido capaz de exportar algas a mercados internacionales, contribuyendo significativamente a la economía local y nacional.

⁹² La información desarrollada en el presente anexo, fue aportada por los expertos de la mesa, quienes desarrollaron un análisis comparado desde sus experiencias y conocimientos.

JAPÓN	NORUEGA
<ul style="list-style-type: none">● Japón cuenta con una larga tradición en el cultivo y uso de algas, integrando este recurso de manera cultural y económica.	<ul style="list-style-type: none">● En Noruega, el cultivo de algas ha ganado impulso como parte de una estrategia más amplia para diversificar la acuicultura y reducir la dependencia de la pesca tradicional.
<ul style="list-style-type: none">● El gobierno japonés promueve la investigación y el desarrollo en biotecnología de algas y ha implementado programas para mejorar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad.	<ul style="list-style-type: none">● El gobierno noruego ha impulsado la investigación en el uso de algas para biocombustibles y alimentos, además de subsidiar proyectos que integran prácticas sostenibles.
<ul style="list-style-type: none">● La industria de algas en Japón es un modelo de cómo la cultura y la innovación pueden combinarse para desarrollar un sector económicamente viable y sostenible.	<ul style="list-style-type: none">● Este enfoque ha llevado a un aumento en la inversión en tecnología para el cultivo y procesamiento de algas, así como un compromiso con la sostenibilidad ambiental.

PAÍS	INDONESIA
ENFOQUE	<ul style="list-style-type: none">Indonesia es otro país líder en la producción de algas, enfocándose en el desarrollo de la industria como una fuente de ingresos para muchas comunidades costeras..
POLÍTICAS	<ul style="list-style-type: none">El gobierno ha promovido la capacitación de agricultores locales en prácticas de cultivo sostenible y ha incentivado la participación de las mujeres en la industria.
RESULTADOS	<ul style="list-style-type: none">Este enfoque ha permitido que muchas comunidades costeras mejoren sus medios de vida y contribuyan a la economía nacional a través de las exportaciones de algas.

	DINAMARCA	COREA DEL SUR
	<ul style="list-style-type: none">● Dinamarca ha adoptado un enfoque proactivo para promover el cultivo de algas como parte de su estrategia de sostenibilidad y diversificación económica, especialmente en el contexto del cambio climático.	<ul style="list-style-type: none">● Corea del Sur cuenta con una larga tradición en el cultivo de algas, especialmente para la alimentación. El país ha impulsado esta industria a través de políticas que aseguran su sostenibilidad e innovación.
	<ul style="list-style-type: none">● Que favorecen la investigación y el desarrollo tecnológico en la industria de algas, junto con incentivos para proyectos que demuestren prácticas sostenibles.	<ul style="list-style-type: none">● Programas de investigación y subsidios para agricultores locales con el fin de mejorar las técnicas de cultivo y los procesos de comercialización.
	<ul style="list-style-type: none">● La cooperación entre universidades, empresas y el gobierno ha llevado al desarrollo de productos innovadores a partir de algas, convirtiendo a Dinamarca en un líder en el sector.	<ul style="list-style-type: none">● La colaboración entre el sector público y privado ha sido clave para desarrollar una cadena de valor eficiente, desde el cultivo hasta el consumidor final.

ANEXO 3.

Conceptos del mundo de las algas

El presente anexo reúne los principales conceptos técnicos, científicos y estratégicos utilizados en el marco de la Mesa Algas y el futuro del mar. Su propósito es facilitar una comprensión común de los términos empleados a lo largo del documento, promoviendo la coherencia conceptual entre los distintos actores vinculados al desarrollo sostenible del sector algal. Cada definición busca reflejar el enfoque interdisciplinario de la mesa, integrando dimensiones biológicas, productivas, ambientales, sociales y de gobernanza, en coherencia con la visión de una bioeconomía marina inclusiva y sustentable hacia 2050.

Agradecemos especialmente a Exequiel González-Poblete, académico de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, cuyo valioso aporte y experticia en el ámbito de la semántica permitieron enriquecer este glosario. Los términos que aquí se incluyen fueron presentados y precisados por él en el marco de las sesiones de la mesa, contribuyendo significativamente a la claridad conceptual y al rigor terminológico del documento:

Autoorganización en los SSE: permite que los sistemas se adapten y evolucionen. Los modelos de gobernanza que integran el conocimiento local, la colaboración de las partes interesadas y las políticas adaptativas respaldan la autoorganización en los SES marinos, lo que garantiza una estabilidad dinámica (Kendall, 2021).

Conservación⁹³: se centra en la protección de los ecosistemas existentes y la prevención de la degradación.

⁹³ Al abordar el diálogo en la submesa *Conservación, restauración y sostenibilidad*, se llegó al consenso de las siguientes aclaraciones en cuanto a las terminologías de *conservación, restauración y sostenibilidad*.

1. Enfoque: la conservación es preventiva, la restauración es correctiva y la sostenibilidad es integradora.
2. Métodos: la conservación utiliza medidas de protección (por ejemplo, áreas marinas protegidas), la restauración implica técnicas de rehabilitación y la sostenibilidad combina ambas para mantener el equilibrio ecológico y el bienestar humano.
3. Alcance temporal: la conservación tiene una visión de futuro, la restauración es retrospectiva y la sostenibilidad abarca consideraciones pasadas, presentes y futuras.

Conservación en los SSE: la conservación se centra en mantener la integridad de los componentes ecológicos y sociales mediante la prevención de la degradación y el apoyo a los servicios ecosistémicos cruciales para el bienestar humano. Las estrategias de conservación (ej. las AMPs) mejoran la resiliencia de los ecosistemas al mantener la biodiversidad, que apoya la autoorganización a través de procesos ecológicos naturales y la participación de la comunidad. La conservación garantiza servicios ecosistémicos como la pesca, la protección costera y el secuestro de carbono, que son vitales para la estabilidad económica y la seguridad alimentaria (Folke, 2006).

Esfuerzos de conservación: priorizan la protección de los puntos críticos de biodiversidad y la mitigación de los impactos humanos, como la sobre pesca y la contaminación.

Resiliencia en los SSE: es la capacidad de resistir a los impactos manteniendo las funciones básicas. La conservación y la restauración actúan como herramientas para reforzar la resiliencia al mantener las redes ecológicas y reducir las vulnerabilidades en los sistemas humanos (Kendall, 2021).

Restauración: tiene como objetivo recuperar los ecosistemas degradados. Implica intervenciones activas, como la replantación de praderas marinas o arrecifes artificiales, para recuperar las funciones ecológicas.

Restauración en los SSE: la restauración busca reconstruir los ecosistemas degradados para recuperar su funcionalidad y sus servicios. La restauración activa (ej., rehabilitación de arrecifes de coral) restablece las capacidades de autoorganización de los ecosistemas y apoya la resiliencia al restaurar los ciclos de retroalimentación entre los sistemas ecológicos y sociales. Los sistemas restaurados mejoran las oportunidades de subsistencia y reducen la vulnerabilidad a las perturbaciones ambientales (Anderies, 2015).

Sistemas socioecológicos (SSE): son sistemas interconectados de ecosistemas y sociedades humanas que evolucionan conjuntamente y se influyen mutuamente. Presentan propiedades dinámicas como la resiliencia (capacidad de absorber perturbaciones

y mantener su funcionamiento) y la autoorganización (capacidad de adaptarse y evolucionar sin control externo), que son fundamentales para garantizar el bienestar humano a largo plazo frente a desafíos globales como el cambio climático y la sobreexplotación de los recursos.

Sostenibilidad: integra estos esfuerzos para garantizar la salud ecológica a largo plazo y, al mismo tiempo, equilibrar las necesidades humanas. Requiere la integración de dimensiones ecológicas, sociales y económicas, que a menudo implican la participación de la comunidad y la gestión adaptativa para abordar el cambio climático y otros desafíos.

Sostenibilidad en los SSE: la sostenibilidad integra la preservación ecológica y la equidad social, garantizando que los recursos satisfagan las necesidades actuales y futuras. La sostenibilidad se basa en la interacción dinámica entre la conservación de los servicios ecosistémicos y el fomento de la adaptabilidad de la comunidad. Prioriza la distribución equitativa de los recursos, mejorando el bienestar social y reduciendo las disparidades intergeneracionales (Berkes, 2017).

Sinergia para el desarrollo sostenible: la conservación, la restauración y la sostenibilidad⁹⁴ son interdependientes en los SSE marinos. Mientras la conservación protege los sistemas existentes, la restauración reconstruye lo que se ha perdido y la sostenibilidad garantiza que su uso no comprometa las necesidades futuras. En conjunto, estos enfoques mejoran la resiliencia y la autoorganización, en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible (por ejemplo, el ODS 14: Vida submarina). Este enfoque integrado no sólo garantiza la estabilidad ecológica, sino que también maximiza el bienestar humano a largo plazo al reducir las vulnerabilidades y mejorar las capacidades de adaptación.

⁹⁴ Los conceptos de uso sostenible, conservación y restauración de algas marinas se relacionan con la gestión ecológica y económica de estos organismos, esenciales para los ecosistemas marinos y para diversas industrias como la alimentaria, cosmética y farmacéutica. Aunque interconectados, cada término tiene un enfoque y objetivo diferente.

Otras definiciones consideradas en la mesa

Conservación de la biodiversidad: conjunto de políticas, estrategias, planes, programas y acciones destinadas a la mantención de la estructura, composición y función de los ecosistemas mediante la protección, preservación, restauración, o uso sustentable de uno o más componentes de la diversidad biológica (Ley 21600 Servicio Biodiversidad y Áreas Protegidas - SBAP, 2023. Artículo 3, Núm 6.).

Conservación in situ: la conservación de los componentes de la biodiversidad biológica en sus hábitats naturales. (Ley 21600 Servicio Biodiversidad y Áreas Protegidas - SBAP, 2023. Artículo 3, núm 7.).

Conservación ex situ: la conservación de los componentes de la biodiversidad biológica fuera de sus hábitats naturales (Ley 21600 Servicio Biodiversidad y Áreas Protegidas - SBAP, 2023. Artículo 3, núm 8.).

Conservación del patrimonio ambiental: el uso y aprovechamiento racionales o la reparación, en su caso, de los componentes del medioambiente, especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración (Ley 19300 Ley Bases Generales MA (Ley 21660 2024). Artículo 2, núm b.).

Restauración plan de restauración ecológica: plan de manejo destinado a reponer o reparar un área degradada a una calidad similar a la que tenía con anterioridad a su pérdida, disminución o menoscabo. (Ley 21600 Servicio Biodiversidad y Áreas Protegidas - SBAP, 2023. Artículo 3, núm 24.).

Reparación: la acción de reponer el medioambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas (Ley 19300 Ley Bases Generales MA (Ley 21660 2024). Artículo 2, núm s.).

Sostenibilidad desarrollo agrícola y rural sostenible: "El manejo y la conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que

se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo sostenible (en los sectores agrícola, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medioambiente y es técnicamente apropiado, económico y socialmente aceptable." (FAO (1999) Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable - La Pesca Continental - 6)).

Uso sostenible de algas: implica aprovechar las algas sin comprometer su capacidad de regeneración ni el equilibrio de los ecosistemas donde habitan. Esto incluye prácticas de cosecha regulada, acuicultura responsable y monitoreo del impacto ambiental. El uso sostenible busca equilibrar el beneficio económico con la conservación ecológica.



BIBLIOGRAFÍA

Abelson, A, Reed, D, Edgar, G, Smith, C, Kendrick, G, Orth, R., Airoldi, L, Silliman, B, Beck, M, Krause, G, Shashar, N, Stambler, N. & P. Nelson. (2020). *Challenges for Restoration of Coastal Marine Ecosystems in the Anthropocene*. *Frontiers in Marine Science*, 7: 1-14

Álvarez, M. (2025). *Gobernanza en el cultivo de macroalgas comerciales en Chile*. En: Lovatelli, A, Aguilar-Manjarrez, J, Murúa Andrade, P, y Farías Molina, A. (coords.). *Estado y perspectivas del cultivo de macroalgas en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO*. 24-26 de junio de 2024, Puerto Varas, Chile. FAO *Actas de Pesca y Acuicultura*. N° 74. Roma, FAO. pp. 167-173.

Andries, J. (2015). *Understanding the Dynamics of Sustainable Social-Ecological Systems: Human Behavior, Institutions, and Regulatory Feedback Networks*. *Bulletin of Mathematical Biology*, 77: 259-280. <https://link.springer.com/journal/11538>

Aswani, A, Basurto, X, Ferse, S, Glaser, M, Campbell, L, Cinner, J, Dalton T, Jenkins, L, Miller, M, Pollnac, R, Vaccaro, I & P. Christie. (2018). *Marine resource management and conservation in the Anthropocene*. *Environmental Conservation*, 45 (2): 192-202. doi:10.1017/S0376892917000431

Basconi, L, Cadier, C y G. Guerrero-Limón. (2020). *Challenges in Marine Restoration Ecology: How Techniques, Assessment Metrics, and Ecosystem Valuation Can Lead to Improved Restoration Success*. In S. Jungblut, V. Liebich & M. Bode-Dalby (Eds.), *YOUNMARES 9 - The Oceans: Our Research, Our Future*. (pp. 83-99). Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20389-4>.

Berkes, F. (2017). *Environmental Governance for the Anthropocene? Social-Ecological Systems, Resilience, and Collaborative Learning*. *Sustainability*, 9(7),1232; <https://doi.org/10.3390/su9071232>

Borja, Á. & Elliott, M . (2013). *Marine monitoring during an economic crisis: the cure is worse than the disease*. *Marine Pollution Bulletin*. Vol 1 (68): 1-3.

Cubillos, L, Norambuena, R, Soto, D, Jacques, M, Simon, J y Carmona, M (2021). *Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile*. Santiago de Chile, FAO y Universidad de Concepción. <https://doi.org/10.4060/cb5556es>

- Duarte, C, Agusti, S, Barbier, E, Britten, G, Castilla, J, Gattuso, J, Fulweiler, F, Hughes, T, Knowlton, N, Lovelock, C, Lotze, H, Predragovic, M, Poloczanska, E, Roberts, R & B. Worm. (2020). *Rebuilding marine life*. *Nature*, 580: 39–51. <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2146-7>
- Elliott, M, Burdon, D, Hemingway, K, & S.E. Apitz. (2007). *Estuarine, coastal and marine ecosystem restoration: Confusing management and science – A revision of concepts*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74(3): 349–366. <https://www.sciencedirect.com/journal/estuarine-coastal-and-shelf-science>
- Elliott, M. & De Jonge, V. (1996). *The need for monitoring the monitors and their monitoring*. *Marine Pollution Bulletin*. 32 (3), 248–249.
- Elliott, M. (2011). *Marine science and management means tackling exogenic unmanaged pressures and endogenic managed pressures-a numbered guide*. *Marine Pollution Bulletin*. 62 (4), 651–655.
- FAO. (2025). *Fishery and Aquaculture Statistics – Yearbook 2022. FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics*. Rome.
- Folke, C. (2006). *Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses*. *Global Environmental Change*, 16(3): 253–257. <https://www.sciencedirect.com/journal/global-environmental-change>
- Freiwald, J, Meyer, R, Caselle, J, Blanchette, H, Hovel, D, Neilson, J, Dugan, J, Altstatt, K, Nielsen & Bursek, J. (2018). *Citizen science monitoring of marine protected areas: Case studies and recommendations for integration into monitoring programs*. *Mar Ecol*. 39: 1–11.
- Gawarkiewicz, G & Mercer, A. (2019). *Partnering with Fishing Fleets to Monitor Ocean Conditions*. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 11:391–411
- Jacob, C, Buffard, A, Pioch, S. & Thorin, S. (2018). *Marine ecosystem restoration and biodiversity offset*. *Ecological Engineering*, 120: 585–594. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857417305177>
- Jordan R, Gray S, Howe D, Brooks W, & Ehrenfeld, J. (2011). *Knowledge gain and behavioral change in citizen-science programs*. *Conserv. Biol.* 25:1148–54
- Kendall, S. (2021). *Socio-cultural Values of Whales in Húsavík and their Implications for Social-ecological Resilience*. Master of Arts Thesis, University of Iceland. <https://skemman.is/bitstream/1946/38111/1/Sarah%20Kendall%20>

MA%20Thesis.pdf

Lindenmayer, D., Likens, G. (2009). *Adaptive monitoring: a new paradigm for longterm research and monitoring*. Trends Ecol. Evol. 24 (9): 482-486

Lindenmayer, D., Likens, G.E., (2010). *The science and application of ecological monitoring*. Biol. Conserv. 143 (6): 1317-1328.

Lovatelli, A., Aguilar-Manjarrez, J., Murúa, P. y Farías, A. (coords.). (2025). *Estado y perspectivas del cultivo de macroalgas en América Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO 24-26 de junio de 2024 Puerto Varas, Chile. FAO *Actas de Pesca y Acuicultura* N° 74. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd5237es>

Miller, R., Lafferty, K., Lamy, T., Kui, L., Rassweiler A., Reed D. (2018). Giant kelp, *Macrocystis pyrifera*, increases faunal diversity through physical engineering. Proc. R. Soc. B 285: 20172571. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.2571>

Motrán, A. y Dávila, V. FAO. (2014). *Manejo de las Áreas Marino Costeras Protegidas para garantizar medios de vida sustentables y seguridad alimentaria*. REDPARQUES Santiago de Chile.

Nahuelhual, L. & Laterra, P. (2025). La naturaleza como aliada: Manual de servicios ecosistémicos para planificadores. 180 p.

Museo de Historia Natural de Concepción. (2022). *Las algas y su importancia social, ecológica y económica*. <https://www.mhnconcepcion.gob.cl/noticias/las-algas-y-su-importancia-social-ecologica-y-economica>

Nursey-Bray, M., Palmer, R., Pecl, G. (2018). *Spot, log, map: assessing a marine virtual citizen science program against Reed's best practice for stakeholder participation in environmental management*. Ocean Coast Manag. 15: 1-9.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024, 7 junio). *Informe de la FAO: La producción pesquera y acuícola mundial alcanza un nivel sin precedentes* [Comunicado de prensa]. <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-report-global-fisheries-and-aquaculture-production-reaches-a-new-record-high/es>

Ramachandra, T. (2002). *Aquatic Ecosystems: Conservation, Restoration and Management. In Lake 2002: Symposium on Conservation, Restoration and Management of Aquatic Ecosystems*. Bangalore, India. <https://wgbis.ces.iisc.ac.in/energy/Lake2002abs/key132.html>

Saunders, M, Doropoulos, C, Bayraktarov, E, Babcock, R, Gorman, D, Eger, A, Vozzo, M, Gillies, C, Vanderklift, M., Steven, A, Bustamante, R & Silliman, B. (2020). *Review Bright Spots in Coastal Marine Ecosystem Restoration*. Current Biology 30, 1500–1510. [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(20\)31599-2.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(20)31599-2.pdf)

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. (2024). *Mujeres y hombres en el sector pesquero y acuicultor de Chile 2024* (Edición N° 18). <https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2024/12/Mujeres-y-Hombres-en-el-sector-pesq-y-acui-2024.pdf>

Sherman, K. & Duda, A. (1999). *Large Marine Ecosystems: An Emerging Paradigm for Fishery Sustainability*. Fisheries, 24(12): 15–26

Stelzenmüller V, Cormier, R, Gee, K, Shucksmith, R, Gubbins, M, Yates, K, Morf, A, Aonghusa, N, Mikkelsen, E, Tweddle, J, Pecceu, E, Kannen, A, Clarke, S. (2021). *Evaluation of marine spatial planning requires fit for purpose monitoring strategies*. Journal of Environmental Management 278: 111545

Tapia, M. (2025). *Conservación comunitaria de ecosistemas marinos-costeros en las ecorregiones climáticas con influencia costera de Chile* (Doctoral dissertation, Universidad de Concepción).

Turreira-García, N., Lund, J, Domínguez, P, Carrillo-Anglés E, Brummer, M, Duenn, P, Reyes-García, V. (2018). *What's in a name? Unpacking "participatory" environmental monitoring*. Ecology and Society Vol. 23(2): 24

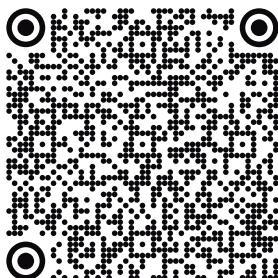
Turrell W. (2018). *Improving the implementation of marine monitoring in the northeast Atlantic*. Marine Pollution Bulletin 128: 527–538

Wallace, R, Gilbert, S. & Reynolds, J.E.III. (2019). *Improving the Integration of Restoration and Conservation in Marine and Coastal Ecosystems: Lessons from the Deepwater Horizon Disaster*. BioScience, 69 (11): 920–927. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz103>

Zhang, L., Liao, W., Huang, Y. et al. *Global seaweed farming and processing in the past 20 years*. Food Prod Process and Nutr 4, 23 (2022). <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00103-2>

REFERENCIAS Y PUBLICACIONES

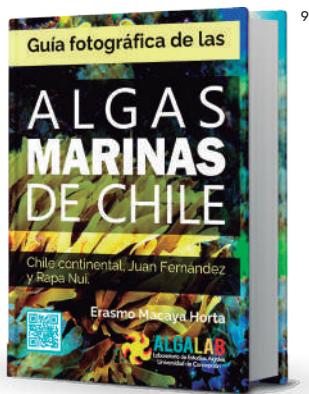
Policy brief de Algas y el futuro del mar



Propuestas transversales para el Chile del 2050



Otras publicaciones que nutren este trabajo:



95



Agradecemos especialmente a Erasmo Macaya Horta⁹⁵, director AlgaLab, investigador y autor de la *Guía Fotográfica de las Algas Marinas de Chile: Chile Continental, Juan Fernández y Rapa Nui*, por sus valiosos aportes en dar a conocer la variedad de algas presentes en Chile, los que no sólo fortalecen la comprensión de este trabajo; también nos interpelan a reconocer y valorizar el patrimonio vivo que representan las algas, expresión de biodiversidad, saberes locales y potencial económico-cultural para Chile.

⁹⁵ Macaya, E. 2020. *Guía Fotográfica de las algas marinas de Chile - Chile continental, Juan Fernández y Rapa Nui*. Laboratorio Algalab. Concepción. Chile. 6 pp.

⁹⁶ Erasmo Macaya Horta es académico del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción. Biólogo marino y magíster en ciencias del mar de la Universidad Católica del Norte. Obtuvo su doctorado en biología marina en la Victoria University of Wellington, Nueva Zelanda. Sus líneas de investigación se enfocan al estudio de las macroalgas marinas en aspectos como la ecología, diversidad y biología molecular.

Las algas fueron las primeras maestras. En su capacidad de transformar la luz en vida aprendimos una lección que trasciende la biología: toda energía, cuando se canaliza con inteligencia, puede convertirse en bienestar. Ese principio natural inspira hoy una visión país, que implica reconocer en las algas no sólo un recurso, sino un modelo de desarrollo.

Así como las algas convierten la radiación solar en alimento y oxígeno, nosotros podemos transformar conocimiento, ciencia y tecnología en resiliencia y soberanía alimentaria. Su modo de existir, cooperativo, regenerativo y silencioso, nos ofrece un paradigma para las políticas del siglo XXI: producir sin agotar, crecer regenerando, innovar en armonía con los ecosistemas.

Las algas nos enseñan que la verdadera inteligencia es colectiva. Si logramos imitar su lógica, la de la cooperación y el equilibrio, Chile puede convertirse en referente mundial, impulsando comunidades más prósperas, mares más saludables y una humanidad más consciente de su interdependencia.

En ellas no sólo hay futuro: hay una ruta ética y ecológica hacia el 2050.